

THEORIA
ENTIUM SENSIBILIUM
SIVE
PHYSICA UNIVERSA
SPECULATIVA, EXPERIMENTALIS, SYSTEMATICA ET GEOMETRICA

OMNIUM CAPTUI ACCOMMODATA.

Accessit rerum index alphabeticus, cujus ope totum hoc opus lexici physici vices gerit.

AUCTORE

ABBATE PARA DU PHANJAS.

E Gallico sermone in Latinum vertit F. T.

TOMUS PRIMUS.

THEORIA MATERIÆ.





VENETIIS.

APUD LAURENTIUM BASILIUM

Superiorum permissu, ac Privilegio

MDCCLXXXII.





PRÆFATIO.

PHysicæ universæ tractatio speculativa, experimentalis, systematica, & geometrica omnium captui accommodata opus est, quod adhuc ætate nostra desideratur, quodque Europa studiosa jamdiu expectat. Porro hoc ipsum opus est, quod in lucem modo producimus: *opus* sane *in genere suo unicum* tum res pertractandi methodo, tum rebus ipsis; & iis omnibus ad studia excitandis maxime oportunum, qui in rebus physicis erudiri cupiunt.

PHYSICÆ NOTIO.

Physica est scientia corporum, substantiarum omnium scilicet hanc terum universitatem constituentium. Physica ab *historia naturali* maxime differt. Primæ munus est corpora dignoscere ex proprietatibus, quibus distinguuntur, ex effectibus, quos pariunt, ex legibus, ad quas actiones suas mutuo exercent. Alterius munus est naturæ productiones exponere, quænam ipsæ sint, qua ratione aliæ ab aliis distinguantur, earum genera, & species exhibendo: nihil vero de intimo earum machinamento, de causis, viribus, influxibus ipsa differit.

Physica, seu scientia corporum, tantum materiæ, & motus scientia est: Præbe mihi materiam, & motum, ajebat immortalis Cartesius; visibilem hunc mundum efficiam. Ejus systema non sequimur; at ejus principium admittimus. Fatemur, visibilem hunc mundum a materiæ motu, & modificationibus neque conditum, neque ordine dispositum fuisse; sola vero Dei voluntate libera, & efficaci & extitisse, & miro ordine distributum fuisse; Deus quippe solus miram hanc naturæ universitatem

condere potuit, solus mundum hunc visibilem, qualem cernimus, re ipsa creavit, & ea ipsa ratione, qua Moyses omnium historicorum antiquissimus, & cujus unica historia de rerum origine rationi conformis sit, e nihilo mundum eduxisse narrat. Hac ingenua, & perspicua assertione posita, confidenter dicimus, mundum hunc inanimatum nihil, nisi *materiam & motum* præseferre: & materiam, ac motum, principia duo fœcunditate inexhausta, supremo Conditori satis fuisse, ut miram hanc rerum universitatem formaret, atque perpetuo servaret, cujus aspectu infinite vario mirifice delectamur; & cujus pulcritudo, atque fœcunditas conditoris sapientiam, atque potentiam annunciant, ac luculentissime extollunt.

Hac ætate, qua in universa Europa nemo ingenuus est, qui physicis studiis non erudiri cupiat, qua fœminæ ipsæ, quæ jocis, atque deliciis tantum natæ videbantur, satis ostenderunt, se quoque abditis naturæ mysteriis perscrutandis idoneas esse, non nisi barbaris quibusdam Gothorum reliquiis scientiam illam contemnere licet, quæ omnibus excultis ingeniis in deliciis est. Et sane cuique *sublimi, & acuto ingenio* prædito perjucundum est naturæ fieri familiarem; physicos eventus in eorum causis, & principiis dignoscere; unde sint præclara illa phænomena detegere, quæ vel in cælis apparent, ubi ordinatus astrorum motus anni tempora regit, & mutat; vel in athmosphæra, ubi meteora sibi ex abrupto succedentia modo admirationem, modo terrorem cient; vel in terris, ubi omnia moventur, crescunt, conservantur, intereunt miro quodam, & eleganti machinamento. Nec minus *religioso, ac christiano homini* jucundum est, nullam in partem oculos convertere posse, quin ubique perspicue Deum suum agnoscat, ipsum præsentem sentiat, ac opus suum perpetuo servantem, omnia disponentem,

tem, atque regentem, ubique ſapientiam, potentiam, munificentiam ſuam oſtendentem; quæ quidem omnia ut grati animi officia erga illum a nobis poſtulant, ita mentes admiratione percellunt.

Experientia novimus, hominibus plerumque ceteras artes, ac diſciplinas tandem tædium creare, muſicam veluti, picturam, poeſim, literas; phyſicam nunquam, aut fere nunquam. Hoc manifeſte probat, naturæ ſtudium ſapientis, & chriſtiani hominis ſtudium ſemper eſſe debere. Phyſica adhuc veluti infans erat, quum eam Tullius in deliciis habebat, eamque inexauſtum humanæ menti voluptatis, ac utilitatis fontem prædicabat. *Hæc ſtudia adoleſcentiam alunt, ſenectutem oblectant, ſecundas res ornant, adverſis perfugium, ac ſolatium prabent: delectant domi, non impediunt foris, pernoctant nobiſcum, peregrinantur, ruſticantur*. (*). Noſtra hac ætate, qua ſcientia hæc perfecta jam nomen, & omnium ſuffragia adepta eſt, ejus addiſcendæ deſiderium excitare ſupervacaneum eſt: ſatis jam eſt illi addiſcendæ facilem, nec ſalebroſam viam ſternere: porro hoc ipſum facere ſtatuimus, quum huic entium ſenſibilium theoriæ, ſeu phyſicæ univerſæ pertractandæ operam navare cœpimus.

PHYSICA OPERA VARIA.

Phyſicis lucubrationibus, iiſque optimis, ætas hæc noſtra abundat; nullum tamen adhuc extat, quod facili methodo eam univerſam omnium captui accommodet. Inter egregia opera phyſica alia aliis tum rebus, tum methodo diverſa ſunt.

Non-

(*) *Cicero pro Archia poeta.*

Nonnulla, ut immortalis Neutoni opera physico-mathematica, aut acta Regiæ Parisiensis scientiarum Academiæ, sunt veluti totidem sacra templa prophanis inaccessa; seu mirabiles quidam labyrinthi ab ingenio constructi, quos non nisi Dædali in sublime volantes permeare tuto possunt.

Alia lexica sunt diversæ molis, in quibus physicæ partes veluti in frusta dissectæ nihil exhibent invicem connexum, ac colligatum, nec partium toti conjunctionem intueri sinunt: atqui conjunctionem hanc apprime noscere pernecessarium est: hæc enim præcipua est physicæ pulcritudo. Hanc physicæ tradendæ methodum considerans egregiam Raphaelis tabulam mihi videre videor arte in minusculas partes dissectam, quas successive picturæ studioso quis exhiberet, sive ut pictoris artificium indicaret, sive ut de picturæ elegantia illum erudiret.

Alia, in quibus præcipuæ physicæ partes illustrantur, quæ ad materiam, & motum spectant, quæque ad cetera percipienda mentem disponere debent, cursim tantum attingunt. Opera hæc quidem magni facienda sunt, etsi aliquando paullum indigesta, & confusa: præclaris inventis in parte illa, quam pertractant, abundant; non tamen universæ physicæ tractationes sunt aptæ tironem ad scientiæ hujus universæ assequutionem anhelantem manu ducere. Hujusmodi est Physica Desagullierii, Gravesandii, Musschembroekii.

Alia plæraque peculiares partis alicujus tractationes sunt, in quibus quæ tractanda assumuntur, omni intellectus sagacitate, atque acumine explicantur. Egregia veluti microscopia ista sunt objectum omni claritate exhibentia, quod ipsis subest; ceteris in tenebris relictis. Hujusmodi sunt præclara Abbatis Sigorgni opera de attractionis theoria; Mairani de glacie, & de aurora boreali; Lalandii de astronomia, &c. Il-

Illustris Abbas Nolletus, homo, cujus vestigia quispiam proxime sequi desperet, non nisi per partes discretas physicam experimentalem pertractavit. Multa itaque, eaque præclara explicanda cuique physico relinquit, qui ratione, & experientia duce magnam theoriam e genericis observationibus descendentem parvæ theoriæ a sensibilibus, & jucundis observationibus productæ conjungens, omnes hujus scientiæ ramos in unum colligere conabitur, unde totum quoddam emergat apta methodo, rectoque systemate colligatum.

OPERIS HUJUS SPECIES.

Quæ quum ita sint novitatis adhuc laudem mereretur opus physicum, in quo ratio, & experientia pari gressu procederent; in quo mathematicæ demonstrationes oportunam naturæ phænomenis lucem affunderent, in quo parce algebra asperam nimium sæpius, atque horrentem physicam reddens, adhiberetur; in quo nimia copia tempus frustra non absumeret, animosque distraheret; in quo apto, ac perspicuo ordine res proponerentur; in quo natura non ut aridum sceleton dissectum ob oculos poneretur, sed ut corpus vivens, & spirans, cujus artificium detegitur, & symmetria contemplationi sublicitur.

Porro hujusmodi opus hoc est, quod conficere studuimus, ac in lucem edimus. In hoc claritatem cum brevitate conjungere pro viribus conati sumus; cum rigida demonstratione amœnitatem, cum experientiæ luce rationis, ac matheseos lucem, cum rerum ordine idearum ordinem; cum physicorum systematum jucunditate rationis judicium illa perpendens; cum pictoris arte naturam læto aspectu referente philosophi severitatem illam perscrutantis, atque introspicere nitentis.

Cognitiones nostræ omnes, quas de rebus physicis habemus, a sensuum testimonio primitus proficiscuntur. Ex tuto, ac fideli hoc testimonio semper ingenium in physicis agere debet; nec propterea hinc illud ita coarctatur, ut nequeat in scientia hac latissime spatiari, sive observatorem dirigens, & erudiens qua ratione natura scrutanda sit, ut ejus arcana detegat, quæ nos celare velle videtur; sive in observationibus, quas oculus exhibet relationes abditas detegendo vulgaribus ingeniis impervias; sive ex his plurimas simul conferendo, quod non nisi sublimium ingeniorum munus est, ut illas ad unum, eundemque scopum adducat; sive arduam, atque præclaram viam sibi aperiens, qua vel ab effectibus notis ad remotas, atque ignotas caus⸗s ascendat; sive quæ a causis notis ad ignotos effectus descendat, qui ex iis proficisci debent pro rerum conditionibus, quas apte dignoscere, atque perpendere non nisi maxima vi, & sagacitate prædita ingenia possunt.

Physica aliquo pacto ingens veluti natio est pluribus civium ordinibus constituta, quorum singuli quum sub communibus legibus, ac consuetudinibus vivant, suas tamen leges, suasque consuetudines peculiares habent. Neutra apte cognoscitur, quum non nisi peregrinantium more cursim observatur; seu quum unica tantum pars seorsim attenditur. Ut natio aliqua apte cognoscatur, in ipsa diutius commorari oportet: eam accurate perpendisse, generica illius reipublicæ statuta, tum peculiares cujusque ordinis leges, negotia, mores ipsos; & ex omnium partium cognitione, universæ nationis cognitionem sibi comparasse. Nec secus, ut Physica apte cognoscatur, secum veluti vixisse oportet, omnes ejus partes inspiciendi tempus, & opportunitatem habuisse, tum magna ejus phænomena invicem conferendi, in quibus coeant, in bus confligant dignoscendi, generica eorum,

& pe-

& peculiaria principia, eorumque vincula, quæ naturæ partes omnes, licet eæ aliquando invicem pugnare videantur, tamen ſimul colligant, atque conſociant; unde Totum quoddam emergit ſapientiſſimo ejus Auctore, & conſervatore plane dignum. Hanc nos oportunitatem (ceteroqui injucundam) ſumus conſequuti. Religioſa vitæ noſtræ ratione, nunquam lucri cauſa, ad egregiorum adoleſcentum ingentem numerum philoſophiæ præceptis, inſtitutiſque imbuendum pluribus annis deſtinati, quos aliquando ad centum, & octoginta auditores habuimus, omnes profecto philoſophicas regiones incolere potuimus. In his ſectas omnes invicem colluctari vidimus, & de omnibus confligere: earum ſententias in phyſicis rebus præſertim oppoſitas perpendimus; ſæpius etiam inter earum bella res potius in obſcuro ponere, quam in lucem proferre oportuna, vera rerum principia nobis detegere contigit.

OPERIS METHODUS.

Eam in hac phyſica noſtra methodum ſecuti ſumus, quæ omnium ſimpliciſſima, & perſpicuitate mentes ad veritatis inquiſitionem adducere aptiſſima nobis viſa eſt. Methodus hæc primum definitiones claras, atque perſpicuas proponit, quibus quæſtio apte percipiatur: deinde principia, oportunaſque rationes, quibus veritas aliqua comprobatur; poſtremo objectiones ſolide confutat, quæ dubiam veritatem jam probatam reddere poſſent. Ex opere ipſo conſtabit, methodum hanc dum mentem dirigit, atque illuſtrat, ingenii vires neutiquam coercere, ne libere ſpatiari poſſit, & nova detegere præclaro naturæ, & rationis munere, quarum ipſum aliquando arcana explicare debet, eaſque ſimul veluti pingere. Innoteſcet quoque, methodum hanc eam unicam eſſe, quam in na-

tura illustranda, & explicanda sequi oporteat. Vetus fortasse videbitur: at confidenter dicere possumus, nos ea ita uti, ut re ipsa nova, unica, nostra sit: philosophus vero quanti facienda sit facile intelliget.

PHYSICA PARTIM OBSCURA.

Non omnia in physica perspicua sunt. Inter nitidas veritates abdita sæpe mysteria studenti exhibet. Dum quæ in physica sunt perspicua persequimur, & ad obsura animum advertere oportunum est. Neque qui sapit temporis jacturam se fecisse putat, si quum quavis arte mysterium est contemplatus, novit tandem qua de causa illud ignoretur. Non in rebus cognoscendis tantum scientia sita est: noscere quo usque tantum veritatem aliquam assequi possimus, hoc quoque scientia est, qua inter certum, & incertum limites statuuntur. Neque minor ingenii acies requiritur, ut lucis terminus, quam ut lucis domicilium detegatur. Pars obscura physicæ ad systemata, & ad hypotheses spectat.

HYPOTHESES, ET SYSTEMATA PHYSICA.

Hypothesis est suppositio aut ad phænomenon explicandum, aut ad problema solvendum instituta. *Systema* est methodica dispositio seu causarum, a quibus dati effectus producantur, aut effectuum ab una, aut a pluribus causis derivandorum. „ Philosophi, inquit Abbas Condilliacus, in diversas de usu hypothesium sententias abeunt. Nonnulli felici earum successu in astronomia, sive physicæ alicujus hypothesis arduitate pellecti unum ex præcipuis ad cognitiones augendas adminiculis eas esse putaverunt. Alii quam inanes, futilesque essent plæræque hypoteses quum viderint, eas

„ omnes

„ omnes a philoſophia proſcribere voluerunt ". Utrinque abuſus; ſive, ut ait Molierius, utrinque ſtultitia. Hypotheſes aut ad ignota detegenda, aut ad nota explicanda ſunt inſtitutæ. Inter has nonnullæ ſunt obſervationibus, certiſque experimentis innixæ, atque inconcuſſis veritatibus ſuffultæ. Quare itaque proſcribantur? Aliæ futiles ſunt, inanibus tantum commentis innixæ. Quare admittantur? Primæ mentem illuſtrare, & inſtruere poſſunt, rerum ordinem, ac nexum indicando, cauſarum genericarum influxum, ac plurium naturalium effectuum germen, atque principium. Poſtremæ fucum facere tantum poſſunt ſomniis mentem deludentes, & a recto naturæ tramite deviam abducentes.

Carteſius, atque Neutonus hypotheſes poſuerunt. Primus, nulla de naturæ origine inquiſitione, ad initium temporum ſeſe ſtatuit, ſuam *de vorticibus hypotheſim* confingit; ſubinde illi rerum univerſitatis phænomena conciliare nititur. Carteſius nos devios abducit, nobiſque illudit. Neutonus priuſquam hypotheſim ullam ſtatuat naturam contemplatur: aliquot præcipua phænomena obſervat, & de iis certior fit, quæ evidenter *hypotheſi attractionis univerſalis* congruere videt in directa ratione maſſarum, & in duplicata inverſa diſtantiarum; quum vero hypotheſim hanc præcipuis naturæ phænomenis comparaverit, eam ut principium phyſicum, ſive ut veritatem phyſico-mathematicam admittit qua abdita naturæ myſteria adiri poſſint. Neutonus nos edocet, atque erudit. Oportuno loco oſtendemus (1417.) experimenta recens in ſummis alpibus capta nihil huic Neutoni hypotheſi adverſari: hæc ſiquidem eſt dumtaxat univerſalis, & præcipuæ naturæ legis explicatio. (*)

 In-

(*) *Ægre Neutonus ſententiam ſuam hypotheſim vocari audiret, Videantur quæ de hypotheſibus*

Inter hypotheses, & systemata utilia *Copernici hypothesis* recensenda est, qua nobis rerum mundi systema detexit; hypothesis, seu systema *Attractionis Neutonianæ*, quæ nobis maximum gravitationis corporum principium, & veram omnium ferme cælestium phænomenorum physicam causam aperuit: hypothesis *aeris heterogenei*, quæ præcipua propagationis, & perceptionis soni phænomena illustravit: hypothesis, & systema *vaporum in pluviam, & nivem conversorum* & in innumera telluris receptacula collectorum tum intima, tum extima, qua veram fontium, & fluminum originem addiscimus: hypothesis *athmosphæræ* aliquando *electricæ*, qua quoad fieri potest veram causam meteororum omnium maxime formidandi, fulminis scilicet, assecuti sumus; aliaque hujusmodi. Non itaque magnorum virorum hypotheses, atque systemata semper reiicienda sunt eo contemptu, quem audaces nonnulli non majori ingenii, quam judicii vi instructi ostentare non verentur. Inter hypotheses, & systemata, quæ imaginationis, & inventionis hostes a physica proscribere vellent, nonnullæ sunt quæ saltem ingenium excitare valent, mentem ad philosophiæ studia instituere, ad veritatem investigandam impellere, & inter abstrusas naturæ tenebras gressum dirigere. Hæ igitur hypotheses jucundæ, & aliquando utiles in physica pertractanda saltem proponi, & expendi merentur.

MATHESEOS ELEMENTA PHYSICÆ ACCOMMODATA.

Quum physica necessario mathesi alligata sit, & ab hac quidquid certitudinis habet, ac perspi-

---

bus scribit Neutonus in excerptis ex Transact. phil. post Opticam Editionis Patavinæ pag. 25. & sequentibus. Interpres.

ſpicuitatis ferme mutuetur; non potuimus quin phyſicæ noſtræ *matheſeos* quoque *elementa*, peculiari volumine adderemus. Ita unico opere quidquid ad naturæ ſtudium ſpectat continebitur; nec lector alibi magno incommodo mathematicas propoſitiones quærere cogetur, quibus perpetuo phyſica inſiſtit in iis omnibus, quæ utilia, præclara, ſublimia, ac jucunda tradit.

VERITATIS INQUISITIO.

Carteſium ne ſequeris, an Neutonum, an Tychonem, an Copernicum, an alium quempiam? Ita paſſim qui parum philoſophantur phyſicum interrogant. In nullius verba juro, reponit philoſophus: veritatem ſequor, eam ubique inveſtigo: ubicumque eam invenio libens amplector, illique adhæreo. Carteſius fabulas confinxit, & plures veritates detexit: cur has quoque reiiciam fabulas reiiciens? Neutonus præclaras veritates detexit, aliquid falſum fortaſſe admiſit: cur ejus falſa ſimul cum veris amplectar?

Ego modo Carteſio aſſentior, modo Neutono, modo Copernicum ſequor, modo Tychonem, ajebat Clitander: omnium ſyſtemata novi: ea nullo diſcrimine admitto, aut reiicio, nullum ſequor. Bene eſt, Ariſtus inquit; memoriam exercere juvat, & judicium expectare. Quum ratio tibi mentem illuſtrabit, monebit ipſa, veritatem in oppoſitis ſententiis, & in rebus invicem pugnantibus inveniri non poſſe: eumque, qui nullo diſcrimine vacuum ſpatium, aut tellurem circa ſolem revolutam admittit, aut reiicit, ſeſe ineptum profiteri ad judicium ullum de re nota ferendum; nec alia judicia ferre poſſe, quam incerta, & ambigua: quod quidem imbecillitati, & dementiæ eſt admodum affine.

CER-

CERTITUDO, ET INCERTITUDO IN REBUS PHYSICIS.

Alia in physicis certa, & demonstrata sunt, quæ sapiens omnis ut certa admittit. Eorum opposita manifeste falsa sunt. Alia sunt verosimilia tantum, aut probabilia: hæc sapiens omnis eo probabilitatis, aut verisimilitudinis gradu admittit, qui ipsis competit, nec omnino falsitatem excludit. Alia tandem sunt, quæ prorsus ignorantur; nondum enim aut observatio datur, aut principium elucet, unde eorum cognitio obtineri possit. Sapiens hæc ut incerta, & dubia habet, quin ex incertitudine ejus adhæsio certis infirmetur.

Verisimilitudo, & probabilitas temporis decursu naturam mutare possunt. Exempli causa, systema Ptolemaicum sui auctoris ætate probabile visum est, quum physica, & astronomia recens natæ rudes adhuc essent. Posteriorum ætatum observationes, & inventa tot absona in illo detexerunt, quæ prima illa ætate non apparebant, ut omnem probabilitatem illi ademerint. Copernicanum systema illustris ejus auctoris ætate probabile tantum videri potuit: subsequentium sæculorum observationes, & inventa quum physicam, atque astronomiam multo magis amplificaverint, atque perfecerint, illud a simplici verisimilitudine ad certitudinis apicem extulerunt.

Ignarus omnia jam sciri putat, aut sciri posse, quod nunquam arctos humanæ mentis limites consideravit. Sciolus nihil sciri putat: res enim tantum superficie tenus attigit, dubias tantum, ambiguas, incertas cognitiones adeptus; nunquam patientia, aut studio, aut ingenio quidpiam arduum in scientia plena certitudine consequutus. Homo vere doctus novit, in universis naturæ partibus pauca quædam esse certa, &

indu-

indubitata probe nota; multo plura vero incerta, & admodum ignota, quæ sapienter ab iis secernit: recto enim judicio, & ingenii vi quæ certa sunt, quæque incerta notat, atque distinguit.

MUTUUS VERITATUM PHYSICARUM NEXUS.

Physica in plures ramos divisa est præclaris veritatibus foecundos. At nulla fortasse segregata physicæ pars est, quæ arctis nexibus aliis scientiæ hujus partibus non sit conjuncta. Statui itaque nequit in physicis, ut in mathematicis, veritatum nexus aliquis, quæ nullam ulteriorem, & subsequentem veritatem non supponant. In mathematicis nihil est, nisi quod mente iis apponitur: potest igitur mens ibi quem libet ordinem, & nexum suis ideis inducere. At in physicis res ipsæ in se determinatam naturam habent, nec a nostra cogitandi ratione pendentem. Quare eas ita sumere mens nostra debet, ut in se sunt, & apparent, tum eas considerare ad peculiarem suum ordinem adductas, unde præcipuæ veritates emanant, tum aliis rerum ordinibus commixtas, unde quoque aliæ emanant præcipuæ veritates. Quum vero ex his omnibus physica confletur; neque hæ veritates nisi seorsim explicari possint singulæ, ac demonstrari, necessario in aliqua hujus scientiæ parte veritates supponi debent ad aliam partem spectantes, quarum quoque demonstratio a præcedentibus pendeat. Tunc numerus indicatur, ubi veritas, quæ certa supponitur, demonstratur; ut si quis eam ignoret, aut de ea suspicetur, illico ejus demonstrationem invenire possit.

PRINCIPIA IN PHYSICÆ STUDIO SEQUENDA.

Neutonus *tria in physicis ratiocinandi præcepta* statuit, a quibus hac ætate, qua inania ver-

ba de rebus ignotis, inanes, & absurdæ hypotheses, præpostera ratiocinia physicum non efficiunt, recedere non licet. *Primum* est, nullas phænomenorum causas esse admittendas, nisi quæ veræ sint, & quarum ope de phænomenis ratio reddi possit.

Alterum est, phænomena ejusdem naturæ ab iisdem esse causis repetenda. *Tertium* est inter communes omnibus corporibus proprietates eas recensendas esse, quas in omnibus, in quibus experimenta capimus, constantes, & immutabiles invenimus. Trium horum præceptorum primum hypotheses inanes proscribit, quas experientia, & phænomenorum observatio non fulcit. Alterum ineptam causarum multiplicitatem reiicit ab effectibus, qui ab una, eademque causa prodire possunt. Tertium *judicia analogica* statuit, quæ cognitiones ab experientia suffectas genericas efficiunt, atque confirmant. Tria hæc præcepta nobis veluti cynosura fuerunt, quam intuentes immensum hujus operis nostri cursum direximus.

Septem tractatus continet nostra hæc entium sensibilium theoria, qui quidquid in his entibus alicujus momenti est, complectuntur.

TRACTATUS PRIMUS.

Primi tractatus objectum materia est. In hoc innumeræ de materiæ, & corporum natura disquisitiones continentur. Prima sectione, qua *de materiæ natura* agitur, experientia, & ratione duce, ejus extensio perpenditur, divisio, divisibilitas, inertia, ejusque leges, & affinitates, homogeneitas. Altera sectione, qua *de corporum natura* sermo est, eadem ratione eorum constitutiva principia investigantur, proprietates, quibus in quovis genere confunduntur: causæ physicæ phænomenorum, quæ a corporum condensabilitate, & dilatabilitate, solidita-

ditate, aut fluiditate, elasticitatis defectu, majori ad polos, quam ad æquatorem gravitatione proficiscuntur.

Primo hoc tractatu, in quo potissimum de *Physica corpusculari* agetur, omnia recensebuntur de materia, & corporibus tum veterum, tum recentiorum philosophorum systemata. Hic tum ingenii, tum naturæ historia tradetur; & majori fortasse voluptate ingenii labores binis, aut ternis annorum millibus in natura evolvenda exantlati, quam ipsa natura explicata, & evoluta perlegentur.

TRACTATUS SECUNDUS.

Tractatus secundi argumentum est motus theoria: in hoc experientia quoque, & ratione duce *motum in se*, & *in machinis* consideramus.

Sectione prima motus naturam perpendemus, obstacula, leges generales, communicationem in corporibus elasticis, & elaterio carentibus, motum compositum curvilineum, & rectilineum, acceleratum in ballistica, reflexum, & refractum. Altera sectione mechanicæ principia exponemus, machinarum omnium simplicium, & compositarum, earumque resistentiam exhibebimus.

TRACTATUS TERTIUS.

Tractatus tertius terræ theoriam continet *in se* consideratæ, & in *regnis animali, vegetabili*, & *fossili*.

In hoc tractatu plura scitu digna invenies *de telluris structura*, de montium, atque insularum origine, de vulcanorum eruptione, de revolutionibus, quibus obnoxia fuit sive ex universali diluvio, cujus monumenta exhibentur, sive ex diversis centri gravitatis mutationibus, quarum causæ physicæ palam fiunt. De telluris *antiqui-*

tiquitate illi a nonnullis nationibus attributa quoque agetur historicis, physicis, astronomicis monumentis comparata; de chronologia in genere, de Vulgatæ editionis, & septuaginta interpretum chronologia: de *humana specie* in diversis stirpibus considerata, in mira sui corporis structura, in miro nutritionis, & conservationis suæ machinamento: de *brutis* in stupenda specierum diversitate consideratis, in imperscrutabili eorum reproductionis mysterio: de *plantis* in eorum organis, germinibus, nutritione, & conservatione consideratis: de omnium metallorum, semimetallorum, aliorumque fossilium fodinis, & de metallorum formatione.

TRACTATUS QUARTUS.

Tractatus quartus aquam respicit. In hoc *aquæ natura* consideratur, seu dulcis, sive salsa, thermalis, in vapores elata, gelu concreta. In hoc *hydrostaticæ leges* demonstrantur, & ea omnia, quæ ab his pendent. Tum *fontium origo* constantium, periodicorum, intermittentium.

TRACTATUS QUINTUS.

In tractatu quinto de *aere* agimus; proinde in hoc semper experientia, & ratione duce aeris, soni, meteororum naturam perpendimus.

In aeris naturam inquirentes ejus gravitatem demonstrabimus, ejusque effectus in machina pneumatica, in siringa, in barometro, in fontibus quibusdam, in ballista pneumetica, in anthliis adsprantibus, in siphone, in eolipila, in flamma, in plantarum vegetatione, in vitæ animalis œconomia observabimus. Aer corporibus commiscetur, atque ita naturam mutat. Ab aeris gravitate, & elasticitate plurium præclarorum problematum solutio obtinetur.

In *soni naturam* inquirentes, phænomenon in cor-

corpore producente, in medio trasmittente, in organo affecto, in anima sentiente consideramus. Simultanea plurium sonorum perceptio aerem corpus heterogeneum esse demonstrat. Plura quoque observabimus de soni propagatione, reflexione, echo, voce humana, instrumentis pneumaticis, fidibus, tubis acusticis, organo auditus.

In meteororum natura inquirentes, omnia quantum fieri poterit, meteora aquea, lucida, ignea, aerea perpendemus. Hic de pulvere fulminante & pyrio, de phosphoris naturalibus, & artificialibus, de hydracontisterio sermo erit.

TRACTATUS SEXTUS.

Tractatus sextus *theoriam lucis* complectitur in sua natura, in propagationis legibus, in ejus cum igne analogia, & cum materia electrica consideratæ.

Fluidum tenuissimum nos illuminat: hoc *materiam lucidam* vocamus. Quænam lucis origo, & natura est? quænam colorum? Quibus certis legibus lux extra oculum propagatur? quibus in oculo objectorum imagines pingit eam vibrantium, aut reflectentium, quæque lux ad diversas distantias magnitudine diversa apparere facit? Quibus legibus ab impermeabilibus corporibus, a speculis planis, convexis, concavis, cylindricis, pyramidalibus reflectitur? Quibus legibus refringitur in corporibus, quæ oblique permeat, in aqua, aere, vitro, in speculis omnibus refringentibus, in lentibus, microscopiis, telescopiis, polemoscopiis, laterna magica, miro organo visus?

Fluidum tenuissimum nos calefacit. Hoc *materiam igneam*, sive ignem elementarem vocamus. Hujus ad lucem analogia. Ignis elementaris diversis corporibus commixus fit *phlogisticum* principium per se maxime activum, seu ad agendum

paratum, cujus ope vis minima in actionem maximam transformatur.

Fluidum tenuissimum, quod luci, & igni maxime analogum videtur, naturam aliquando, imo fortasse semper magis, minusque agitat, atque percellit. Hoc *materiam electricam* vocamus. Electricitatis tum artificialis, tum naturalis phænomena. De fluidi hujus natura, & actione conjecturæ, a quo fulminis vis, vis magnetica, plantarum vegetatio, eorum, quos in homine, & in brutis spiritus animales vocamus, actio pendere videtur.

TRACTATUS SEPTIMUS.

Tractatus septimus *cæli theoriam* continet, sive astronomiam speculativam, quæ cælestia phænomena indicat, & astronomiam physicam, quæ eorum causas ostendit.

Astronomia speculativa, sive geometrica, sphæram cum omnibus illi adjectis complectitur: corporum cælestium theoriam, stellarum, planetarum in genere, & in specie, planetarum, quos secundarios vocant, cometarum, parallaxis, & refractionis astronomicæ, lunæ, eclipsium: theoriam binarum celebrium Kepleri legum, virium centralium, motus elliptici planetarum, & cometarum: theoriam mundi systematum; & plenam Kepleriani systematis demonstrationem, quod unicum astronomicis demonstrationibus, ac naturæ legibus consentaneum est, & divinis literis nihil repugnat: tandem Telluris planetæ theoriam, ejus in cælis positionem, triplicem ejus motum, & ad polos compressionem; omnes temporis, & spatii dimensiones a cæli observatione desumptas.

Astronomia physica vacuum, & plenum philosophice perpendit: pleni, & vorticum fabulas reiicit; vacuum, illudque ferme perfectum in

cæ-

cælestibus spatiis ostendit: attractionem mutuam, & universalem inter omnia corpora, quæ in natura sunt, ejusque leges statuit; hujusque attractionis vim in magnis, & permanentibus phænomenis gravitatis corporum, elliptici planetarum motus, & cometarum, tum maris æstus ostendit.

Porro ista sunt, quæ hoc opere continentur ideo elucubrato, ut physicæ, & mathematicæ disciplinæ a *sublimi ea celsitudine*, ubi plurimis inaccessæ sunt, ad omnium captum, atque usum descendant.

OPERIS UTILITAS.

Non inficiabor, non omnes quibusque physicæ partibus operam dare; at ii quoque, qui de quibusdam scientiæ hujus partibus cognitiones invicem connexas habere non contendunt, non propterea earum notionem omnem sibi interdicere statuerunt. Quare non ingratum illis erit hoc opere, si libuerit, ea etiam dilucide pertractata aliquando invenire, quæ profundo, & assiduo studio assequi non curant. Exempli causa, etsi homines militiam, aut mercaturam sequuti astronomiam addiscere non quærant; tamen sæpius iis quoque continget, ut jucundum ipsis futurum sit præsto, & præ manibus librum habere, ex quo brevi horæ spatio scire possint quid sit systema Copernicanum, de quo omnium ora loquuntur; qua ratione solis, aut lunæ defectus contingat, quem omnes intuentur; qua ratione verus, aut apparens solis motus naturalis diei durationem variam efficiat, & anni tempora diversa adducat, quæ omnes sentiunt; atque ita de ceteris.

At, inquiet fortasse aliquis, opus hoc magnas postulat algebræ, & geometriæ cognitiones: ut quam pauci has habent! Fortasse his au-

auditis nonnulli deterreri poterunt, qui vel solo matheseos nomine contremiscunt hac ipsa ætate, qua scientia hæc jam in dies fit omnibus familiaris. Ut hos a tanto timore liberemus, edicimus primo, veram physicam sine mathesi esse non posse: deinde nos universa hac nostra theoria maxime simplicia tantum tum algebræ, tum geometriæ elementa usurpasse, omni ea, quam necessitas sivit, parcitate; tertio hominem solido, rectoque ingenio præditum nullo magistro duobus, vel tribus mensibus eas omnes in mathematicorum volumine, cujus mentionem fecimus, cognitiones sibi comparare posse, quæ physicæ studium postulat; quarto, non omnino necesse esse, ut quis ex professo algebræ, & geometriæ operam dederit ad maximam, præcipuamque eorum partem addiscendam, quæ nostro hoc opere continentur. Quisque natura ad ratiocinandum, & animadvertendum institutus, arithmeticus est, & geometra. Nobis aliquando invenisse contigit quosdam in geometria omnino rudes qui magna quædam phænomena physica, & astronomica, quæ explicabamus, probe perciperent, etsi alicui geometrico principio necessario connexa essent: sese hi geometras inveniebant nihil tale cogitantes; ut Molierii Purceognaccus soluta oratione loquebatur quid soluta oratio esset ignorans: *Ego quoque pictor sum*, inquit Italus quidam obscuro loco natus, nullaque arte excultus, picturæque omnino ignarus, qui visa tabula se natum sensit ad Zeuxim, & Apellem æmulandos: quod re ipsa præstitit. Quam multa ingenia sunt oblivione sepulta, quibus occasio tantum deest, ut excitata patriæ, & sæculi ornamenta fiant. *Ego quoque physicus sum*, *& geometra*, exclamabit fortasse aliquis nostra legens, quum se tam facile tam multa naturæ mysteria, quæ sibi impervia arbitrabatur, adire posse videbit.

In-

Index rerum alphabeticus huic operi adjectus, totius hujus operis *lexicon physicum* est; eo utilius, quod omnia ibi suo ordine sunt disposita, iisque omnibus convestita, quæ præcedunt, comitantur, consequutur, adjectis *accuratissimis figuris*, quæ ob oculos ea ponunt, quæ perleguntur. Quævis figura veluti *solitaria* sumenda est, nihil cum ceteris ejusdem tabulæ commune habens. In his artis præcepta aliquando negligere opus fuit (puta perspectivæ mensuras, opacorum corporum in intimis invisibilitatem, lucis, & umbræ projectionem), ut utilitati, & perspicuitati inserviremus, a qua rerum etiam intima referri debent. Porro ita res ære incidere non nisi egregio incisori facile persuasisses.

Hac entium sensibilium theoria universæ naturæ analysim, atque prospectum exhibemus: sublime hoc spectaculum, præclaram hanc cognitionum supellectilem cuique recta, ac solida ratione utenti proponimus.

Veniam speramus, si quadam spe, aut persuasione allicimur, quæ tot annorum laboribus præmium futura sit. Bene nos de patria, deque hominibus meritos esse speramus, si quum facilem ad physica, & ad mathematica viam stravimus, humanæ mentis cognitiones auximus, atque amplificavimus. Nequit enim inscitia unquam prodesse; bona multa semper impedit: mala multa sæpius parit.

Certum est, nationem, cui scribimus, multis jam sæculis præclararum omnium disciplinarum domicilium esse; at quoque certum est, non satis nationem universam eruditam esse; quum scientia omnis apud exiguum doctorum numerum commoratur; quum inania tantum crepundia appetit, quum quæ jucunda sunt tantum exquirit, non quæ utilia, nec mentem excolentia quibus occupatur quin sapientior evadat; minusque adhuc illam eruditam futuram,

si,

fi, ut olim, barbara, & mania quadam correpta pugnis tantum, atque inimicitiis distraheretur, si satyras tantum amaret, futiles cantiunculas menti illustrandæ inutiles, moribus noxias; si inter scholarum clamores vacuas quæstiones pertractaret, quibus quæ ad religionem spectant non luce perfunderentur, sed tenebris obruerentur; si morum doctrinam modo nimis laxam, modo rigidam nimis amplexa, ab evangelicis præceptis, atque institutionibus dissentiret; quæ omnia inscitia ipsa pejora censenda sunt.

Barbari duo, alter in ministerium suum, quod ignorat, intrusus, alter in suo vilissimus, invidia, & detrahendi libidine criminantur, nos in illa, quæ in studiis censura digna arbitramur, in poesim, in scholasticam, & in moralem theologiam invehi; adeoque clarissimis viris, quos summo loco habemus, injuriam non levem inferre; ac proinde pœna dignos nos esse. Barbari hi toto cælo aberrant. Cornelius, & Racinius, Bellarminus, & Turnellius, Bossuetus, & Burdalous, Euclides, & Neuton, admiratione summa a nobis suspiciuntur, nobisque identidem in deliciis sunt. Qui unam tantum ex optimis disciplinis magni facit, se eo judicio carere probat, quod quanti omnes faciendæ sint probe pensat. Neque sane nos de illis ita unquam sensimus. Quare, ut cuique sanæ mentis patet, hic vitia illa tantum notamus, quibus nimium sæpius poesis, & theologia cum scholastica, tum moralis deturpantur: facultates tres natura & fine plurimi faciendæ; nec nisi præpostera ratione, qua a barbaris omnibus pertractantur, contemnendæ; quum vero barbaros dicimus, eos intelligimus, qui ingenio, doctrinaque carent, cujusmodi duo illi anonymi sunt, quos modo indicavimus.

THEO-

THEORIA
ENTIUM SENSIBILIUM,
SIVE
PHYSICA UNIVERSA.

TRACTATUS PRIMUS.

THEORIA MATERIÆ.

NATURA MATERIÆ; ejus extensio, divisio, divisibilitas, inertia, & ejus leges, affinitates, homogeneitas.

NATURA CORPORUM; seu principia, quibus constituuntur, & proprietates, quibus in genera, & species distinguuntur.

THEORIA
ENTIUM SENSIBILIUM,
SIVE
PHYSICA UNIVERSA.

TRACTATUS PRIMUS.

THEORIA MATERIÆ.

PRimo hoc tractatu genericam materiæ, & corporum theoriam exponendam assumimus: arduum sane, ac difficile argumentum, quum rerum tenebris perspicua lux affundenda sit; quum rerum omnium communes, & peculiares proprietates proponendæ sint, resque ipsæ variis aspectibus exhibendæ, quibus vel invicem confunduntur, vel aliæ ab aliis distinguuntur; quum maxime involutæ, sæpius etiam abstrusæ diversorum corporum relationes secernendæ sint; quum naturæ ipsi velum, quo obnubitur, demendum sit, ut tota uno intuitu conspiciatur; quum principiorum, ac consequentium series illa construenda sit, qua physicæ studiosus per immensos visibilis hujus rerum universitatis anfractus tuto spatiari possit.

Res pertractanda & metaphysicis] ratiociniis attingi potest, quæ a solo *idearum testimonio* sunt; & physicis observationibus, quæ a *sensuum testimonio* habentur. Eam ad metaphysicæ nostræ calcem prima ratione perpendimus; nunc altera ratione longe copiosiore, ac jucundiore ab ipso physicæ nostræ exordio est consideranda.

DE-

DEFINITIONES GENERICÆ.

1. DEFINITIO I. Physica est scientia corporum, substantiarum nempe omnium sensibilium hanc rerum universitatem constituentium; ut in operis præfatione tradidimus.

I. *Materiæ* nomine substantias omnes sensibiles hanc rerum universitatem constituentes intelligo; quæcumque earum natura, figura, magnitudo sit.

II. *Substantiarum sensibilium* nomine eas omnes intelligo, quæ in quamvis massam, & in volumen quodvis collectæ aliquo pacto quempiam ex nostris sensibus afficere aptæ sunt, sive in ipso motum quemvis organicum excitare a quo anima eas esse, aut earum naturam noscere possit.

Idea materiæ, idea substantiarum sensibilium, idea corporum in genere, præcisis eorum massis & speciebus, tres ideæ sunt, quarum objectum re ipsa idem est. Potest tamen *idea materiæ*, quæ semper abstracta est, & indeterminata, neque ullam substantiarum materialium, quæ ejus objectum sunt, conjunctionem, aut separationem infert, aut reiicit, distingui ab *idea corporis*, quæ semper in objecto suo aliquam materialium substantiarum in unum collectionem includit.

2. DEFINITIO II. *Materiæ naturam* voco varias qualitates, seu proprietates ipsi inhærentes, eam ab omni, quod materia non sit, distinguentes, & in statu suo naturali illam propriis notis exhibentes; quin considerem quas in alio rerum ordine, aut in statu miraculoso qualitates, aut proprietates habere posset; ab his enim in præsentia omnino præscindo.

3. DEFINITIO III. *Naturam corporum* voco qualitates, seu proprietates, quibus in suis speciebus distinguuntur: quibus fit, ut una species

non sit alia, & ab alia quavis tum principiis, tum effectibus differat. Qualitates, seu proprietates peculiares marmoris, quibus materia hæc a quavis alia differt; puta a ligno, ab argilla, ab aere, ab igne, ab aqua, a ceteris, id sunt, quod ego *marmoris naturam* voco; sicuti peculiares aeris qualitates, seu proprietates, quibus materia hæc a quavis alia distincta neque aqua est, nec terra, nec ignis, nec fossile, nec vegetabile; id est, quod ego *aeris naturam* voco.

4. DEFINITIO IV. *Elementa* vocantur, seu *molecula*, aut *atomi* materiæ minimæ partes, ad quas corpus dissolutione adduci possit. Exempli causa, si lignum igni impono, hoc dissolvitur in particulas ignis, aeris, terræ, plurium salium fixorum, vaporum aqueorum, oleosorum, sulphureorum, &c. Particulæ hæ tenuissimæ, & ad naturalem suam divisionem adductæ, sunt hujus ligni elementa, moleculæ, seu atomi. Hisce celebris Leibnitius *monadum* nomen imposuit (*).

5. DEFINITIO V. *Corpus* vocatur primitivarum harum partium major, seu minor collectio. Quare idea corporis necessario plura elemen-

---

(*) *ETYMOLOGIA. I.* Elementa, *primigenia partes, seu principia, ex quibus conflatur corpus quodlibet.*

II. Moleculæ, *a* moles *diminutum: parva moles.*

III. Atomi; *molecula insectilis, seu qua non ultra sectilis censetur; ob* ἄτομος, *indivisibilis, insectilis.*

IV. Monas: *ens unicum, & solitarium: ens omnem a se compositionem excludens. Vocem hanc Leibnitius celebrem reddidit illa usus ad primigenia cujusque rei sive materialis, sive immaterialis unicitatem, & simplicitatem indicandam.*

menta exprimit in unum collecta. Lignum, de quo supra, corpus est; aqua in scypho contenta corpus est: arenula vix sensilis corpus est: fasciculus lucis per pupillam ad retinam pertingens corpus est. Unicum aeris, aut aquæ, aut marmoris, aut terræ elementum materia esset, non corpus.

6. DEFINITIO VI. Corpora dividuntur in simplicia, & in mixta. *Corpora simplicia* vocantur, quorum elementa ejusdem omnia naturæ, aut speciei essent. *Corpora mixta* vocantur, quorum elementa diversæ speciei, aut naturæ sunt. Si auri elementa essent omnia ejusdem naturæ, ita ut quodvis elementum cuique alii omnino simile essent, & materia, & figura, esset aurum corpus simplex. Arbor igneis, aereis, salinis, oleosis, aqueis, terreis particulis constans, omnibus inter se diversis, corpus mixtum est.

7. DEFINITIO VII. Partes mixta componentes in constituentes, & integrantes dividuntur. *Constituentes* sunt, quæ eorum conjunctione, & commixtione ejus naturam, & qualitatem determinant; *integrantes* sunt quæ natura determinatæ ejus massam, & quantitatem determinant. Ligni frustum determinatum est, ut lignum potius, quam lapis sit, a data quadam mixtione partium terrearum, salinarum, aquearum, oleosarum, ignearum, aerearum, quæ ejus partes constituentes sunt. Hoc ligni frustum determinatum est, ut habeat massam unius pondo, aut unciæ, aut grani, ex suarum partium integrantium numero, quarum quælibet ligni natura, & qualitate donata est.

I. Mixti *partes constituentes* elementa sunt natura diversa, quæ eorum conjunctione, & mixtione re ipsa quid mixtum efficiunt, quod proprietatibus suorum diversorum principiorum participat. Exempli causa: salis communis partes constituentes sunt acidum, & alkali, quæ ejus naturam determinant. Quum hoc

acidum, & hoc alkali ſint ſalis communis intima conſtitutiva, ſi quando ſimul conjuncta, & commixta ſint; patet duo hæc principia invicem ſeparari non poſſe, quin ſalis hujus natura deſtruatur. Quare ſeparatione facta non amplius habebitur ſal commune, ſed tantum hujus ipſius ſalis acidum, & alkali; quæ duo admodum inter ſe diverſa ſunt, & a ſale, quod ſimul commixta componebant. Partes conſtituentes primigenia corporum principia cenſendæ ſunt.

II. Mixti *partes integrantes* ſunt minimæ ejus portiones, quæ ſalva ejus natura ab ipſo educi poſſint. Partes conſtituentes & inter ſe, & a mixto, quod efficiunt, diverſæ ſunt. Partes integrantes nihil inter ſe, nec a corpore, in cujus maſſa ſunt, natura, aut principiis differunt. Si ſalis communis maſſa in moleculas magis, magiſque exiguas dividatur, quin acidum ab alkali ſeparetur, quælibet ex his moleculis, ut tota maſſa, ſalis naturam ſervabit. Si vero ſupponamus, has ſalis moleculas ad ſummum tenuitatis gradum adductas unico acidi, & alkali elemento conſtare, ita ut ulterius dividi nequeat, quin acidum ab alkali ſeparetur. moleculæ hæ erunt primigeniæ ſalis partes integrantes.

8. DEFINITIO VIII. Corpora quoque in ſolida, & fluida dividuntur. *Solida* vocantur, quorum elementa invicem adhærent; uti lignum ferrum, marmor: *fluida*, quorum elementa nulla mutua adhæſione ſenſili junguntur; uti aer, ignis, aqua, lux.

I. Inter fluida alia dicuntur liquida, alia tantum fluida. *Liquida* vocantur quædam fluida, quorum elementa in notabilem maſſam collecta in ſe ipſis viſibilia, & tactilia ſunt, & quorum ſuperficies paſſim ad libellam componitur; uti aqua, vinum, ſanguis, humores, liquores omnes. *Fluida* peculiari modo vocantur, quorum elementa ſimul collecta nunquam in ſe viſi-

visibilia, & tactilia sunt, & quorum superficies passim ad libellam non componuntur; uti aer, lux, materia subtilis. Ab hac subdivisione sequitur, posse corpora dividi in solida, liquida, & fluida.

II. Hac ratione apte discrimen percipi potest, quod inter corpora solida, & fluida intercedit. Concipe primo vas cubicum, aut cylindricum minimis globulis refertum, seu conis, aut fusis lævigatissimis, nihil inter se cohærentibus: sunt hi *fluidi* alicujus imago; nunc corpuscula hæc omnia in unum mente conjunge, & colliga suis contactus punctis, ita ut omnia unam massam efficiant, & ut unum ex his corpusculis attollendo, aut plura, si libet, alia omnia his adnexa attollas: *solidi* imaginem habes. Corpus solidum, & corpus durum hic sunt perfecte synonima.

9. DEFINITIO IX. *Fixitas* in quibusdam corporibus appellatur proprietas, qua gaudent, actioni ignis resistendi, quin in vapores dissipentur, & attollantur. *Volatilitas* vocatur proprietas opposita, qua innumera corpora gaudent, sese in vapores attollendi, in quos abeunt, quum ignis actioni subjiciuntur. Terminus, ad quem usque corpus igni resistere potest, quin sublimetur, etsi statutus reputetur, non propterea certus, ac determinatus est; quare substantiæ *fixa*, aut *volatiles* reputantur ad alias substantias comparatæ. Aurum, & argentum corpora fixa sunt: aqua, & mercurius volatilia.

10. DEFINITIO X. *Pori* in corporibus vocantur vacua, aut interstitia, quæ habentur inter materiæ elementa, quibus idem totum solidum, aut fluidum constat. Ut hos poros concipias qui in omnibus corporibus sive solidis, sive fluidis nostris observationibus subjectis inveniuntur, cistam concipe aut pilis, aut inæqualibus lapidibus figura, & volumine variis plenam. Pilæ hæ, aut saxa hæc temere invicem

ſuperpoſita non in omnibus ſuperficierum partibus ſeſe contingunt; quare vacua inter ſe relinquunt majora, aut minora. Hæc valde apta eſt plurium corporum intimæ ſtructuræ imago, ſive ea ſolida ſint, ſive liquida quæ experimentis pertractamus, quæque omnia majori, minorive pororum copia ſcatent, quos quaſi totidem ſemitas, tenuiora fluida permeant, & mira facilitate per eos feruntur.

11. NOTA. Primigenia corporum elementa tum ſolidorum, tum fluidorum cenſeri poſſunt maſſæ infinite duræ; ut enim alibi adnotabimus (145) nullum agens creatum partes has primigenias, in ſe diviſibiles, Dei lege, & voluntate indiviſibiles, ſecare poteſt. Infinita hæc elementorum primigeniorum durities non obeſt, quominus infinite dura aquæ elementa, exempli gratia, liquidum non efficiant; liquidi enim, ut liquidi, natura ex ſolo ſuorum elementorum adhæſionis defectu enaſcitur.

Corporum durities a ſuorum elementorum adhæſione in punctis, in quibus contigua ſunt, enaſcitur: quæcumque ſit hujus adhæſionis cauſa, quam alibi expendemus. Corpora ſolida elementa habent infinite dura, invicem in punctis contactus connexa, & adhærentia. Fluida elementis conſtant infinite duris libere ſeſe moventibus, nec ulla ſenſibili adhæſione invicem conjunctis. Duriora corpora ea ſunt, quæ majori vi indigent, non ut eorum elementa diſrumpantur, ſed ut ſegregentur quæ contigua ſunt. Quum ſolidum corpus dividitur non jam ejus elementa infringuntur, ſed tantum, intacta eorum maſſa, & figura, ſeparantur.

12. DEFINITIO XI. *Phænomenon* dicitur effectus ſenſilis, & mirus in cælis, aut in tellure, qui aut ſola naturæ obſervatione, aut experimentis phyſicis innoteſcit, & cujus cauſa in ſe ſenſibilis non eſt, & evidens.

Motus currus equis tracti non eſt phænomenon;

non; hujus enim effectus causa in aperto est; motus planetæ, aut cometæ in curva circa solem phænomenon est; hujus enim effectus causa oculis non percipitur, & mente investiganda est. Hinc patet ad plurima phænomeni nomen extendi; plurimi enim in natura sensibiles effectus sunt, qui miri non videntur, quod passim præ oculis habeantur; sed qui in se miri sunt quod eorum causa in aperto non sit.

Naturæ cognitio a phænomenorum observatione, quæ nobis exhibet, obtinetur; nos enim res in se ipsis non videmus; nec nisi ex sensibilibus effectibus insensiles causas detegere possumus; neque naturam noscere, nisi ex phænomenis.

TRACTATUS HUJUS PARTITIO.

13. OBSERVATIO. Materia tantum *ut materia*, & speciatim *ut corpora componens* considerari potest. Duplici hac ratione primo hoc tractatu considerabitur.

Ut qua ratione ita consideretur intelligas, materiam ipsam a corpore distinguendo, concipe corpora omnia ad omnimodam divisionem, seu ad primigenia cujusque elementa adducta; quæ elementa omnia invicem sejuncta in immenso vacuo dispersa sint: uti ea esse Epicurus fingebat ante rerum originem, quarum formationem explicare aggressus est.

In hac hypothesi plane non repugnante, *materia* habebitur, non *corpus*; concipi igitur potest materia ut materia, quin consideretur ut corpora constituens. Hinc duplex oritur quæstio, unde tractatus divisio: *quænam est materia natura? quænam est corporum natura?* Ex his duæ hoc tractatu sectiones habebuntur, in quarum prima de materiæ natura; in altera de corporum natura sermo erit.

SECTIO PRIMA.

MATERIÆ NATURA.

QUænam materiæ extensio tribuenda? quo usque divisa est? quo usque divisibilis? activa ne in se est, an passiva? primitus homogenea ne, an heterogenea? Hæc de materiæ natura a nobis investiganda sunt. Quare *extensio*, *divisio*, *divisibilitas*, *inertia*, *homogeneitas* materiæ, ut dilucide pertractentur, totidem singulæ articulos sibi postulant.

ARTICULUS PRIMUS.

EXTENSIO MATERIÆ.

14. DEFINITIO. EXtensio aut penetrabilis est, aut impenetrabilis. *Extensio penetrabilis* est spatium, seu corpora continendi capacitas. *Extensio impenetrabilis* est materia in spatio posita. Spatium esse potest, quin materiam ullam contineat: materia esse nequit, quin indeterminatam aliquam spatii infiniti portionem occupet.

Ut duplicis hujs extensionis diversitatem intelligas, penetrabilis scilicet, & impenetrabilis, concipe capacitatem quamcumque; puta conclave cubicum tres hexapedas extensum quaquaversum, sex superficiebus conclusum marmoreis a quavis externa materia impenetrabilibus. Ad nihilum redigat Deus materiam omnem hisce superficiebus inclusam, illis immotis, & æque tres hexapedas distantibus; in hac hypothesi neutiquam repugnante, inter has sex superficies ex-

extensio dabitur *penetrabilis* tres hexapedas extensa quaquaversum, sive capacitas corpora continendi, quæ viginti, & septem cubicas hexapedas magna erunt. Creet deinde Deus in hoc ipso spatio corporibus vacuo materiam poris carentem illud omnino replentem; in hac capacitate, sive in hoc conclavi *extensionem* habebis *impenetrabilem* tres hexapedas quaquaversum, seu viginti, & septem cubicas hexapedas extensam.

ASSERTIONES DE EXTENSIONE.

15. ASSERTIO I. *Peculiaris materiæ proprietas, qua ab omni non ipsa distinguitur, est extensio solida, & impenetrabilis.*

EXPLICATIO. Quod primum ideis nostris, aut saltem sensibus occurrit, quum corpora consideramus, est eorum extensio in longum, latum, & profundum. Tres hæ dimensiones, quas geometræ singulas seorsim considerant, nunquam a physico corporum statu separari possunt. Nullum enim corpus est, in quo binæ saltem distinctæ superficies non concipiantur; quum vero superficierum multiplicitas *profunditatem* efficiat, & superficies e linearum collectione fiant, quæ *latitudinem* efficiunt; lineæ vero ex punctis conflentur, quæ *longitudinem* efficiunt, sequitur corporum omnium minimum necessario longum esse, & profundum.

16. ASSERTIO II. *Extensio proprietas est a materia inseparabilis, non tamen ejus essentia.*

EXPLICATIO. I. Extensio proprietas est a materia inseparabilis: nequit enim materia concipi, quin vera extensio aliqua in ipsa concipiatur. Juxta vero præcipuum cujusque scientiæ principium quidquid necessario in re concipitur in ea omnino est. (*Met.* 154.)

II. Non propterea inde sequitur, extensionem esse materiæ essentiam; cujusque enim determina-

natæ materiæ partis essentia evidenter determinata est, & immutabilis; constat vero fidei principiis, datam determinatam materiæ partem, eadem semper essentia servata, posse miraculo reproductionis extensione augeri, & miraculo compenetrationis extensione minui; ut materiam in statu miraculoso considerantes ostendimus. (Met. 704.)

His metaphysicis de materia attactis, ipsam tantum deinceps in naturali suo statu perpendemus.

17. ASSERTIO III. *Materia in statu suo naturali substantia est extensa, & impenetrabilis.*

DEMONSTRATIO. I. Materia est *substantia*; in se enim, & per se concipitur; postquam enim Dei omnipotentia creata fuit, in se, & per se existit: qua in re *a modificationibus* differt, quæ nec existere, nec concipi possunt nisi in substantia modificata. (Met. 55.).

II. Materia est *substantia extensa*: omnes enim materiales substantiæ, quas observamus, hac proprietate sese nobis produnt: quantumvis enim minimum materiæ elementum mens concipiat, adhuc in illo plures superficies concipit, quarum una non est alia, & quævis suam peculiarem extensionem habet. Quid vero de rebus affirmandum, nisi quod de illis sensus indicant, & mens concipit?

III. Materia est *substantia impenetrabilis*: quodvis enim materiæ elementum spatium exclusive occupat, cui veris, & positivis suis partibus congruit; quin unquam intrinsecæ, & absolutæ extensionis suæ partem ullam illi demere possimus.

Ut hoc clarius percipias, concipe primum pollicem auri cubicum nullis poris, vacuis nullis: omnium suorum elementorum summa, sive conjuncta illa sint, sive invicem sejuncta, est extensio absoluta pollicis cubici: quam nullum agens

gens creatum illi demere poteſt; nullum ſiquidem agens creatum materiæ elementa compenetrare poteſt, ſive efficere, ut elementum unum in alio ſit. Porro ſola compenetratione hiſce elementis poſitiva, & abſoluta extenſio auferri poteſt. Concipe deinde pollicem auri cubicum, in quo pororum vacuorum ſumma elementorum ſummam æquet; ſumma veræ, & poſitivæ extenſionis ſuæ, dempta negativa vacuorum ſumma, eſt dimidius pollex cubicus. Validis mallei ictibus cogi poterunt hæc elementa, ut invicem accedant, adeoque, ut minora vacua inter ſe relinquant; maxima compreſſio ea ad ſemipollicis cubici extenſionem adduceret; nunquam tamen ad ſpatium ſemipollice cubico minus hanc materiæ quantitatem rediget.

IV. Ex his itaque *ſequitur, materiam in ſtatu ſuo naturali ſemper eſſe ſubſtantiam extenſam, & impenetrabilem; & veræ, ac poſitivæ ſubſtantiæ quantitatem ad abſolutam, & impenetrabilem extenſionem ſuam æqualitatis rationem dicere*. Q. E. D.

18. COROLLARIUM. Ex dictis de materia, & de extenſione ſequitur, *quodvis materia elementum neceſſario in ſe exiſtere in aliquo ſpatii puncto, & ab hoc puncto, quod occupat, quodvis aliud materia elementum poſitive excludere*; ita ut duo materiæ elementa alterum in altero, & in eodem ſpatio ſine miraculo exiſtere nequeant.

Quod hic de materiæ elemento dicimus æque de quavis elementorum collectione dicendum. Corpus quodvis ſpatium excluſive occupat ſummæ ſuorum elementorum æquale.

Quum corpus comprimitur, coguntur ejus elementa invicem accedere: pororum inter hæc elementa diffuſorum ſumma minuitur; non vero ejus intrinſeca, & abſoluta extenſio tollitur, aut minuitur, quæ ſemper ab ejus poris, & va-

& vacuis est distinguenda. Maxima compressio, si haberi posset, esset omnimoda elementorum contiguitas, & pororum, ac vacuorum omnium exclusio a corpore compresso; at hæc creatorum agentium vires omnes superat, quæ a corpore vacua omnia tollere nunquam possunt.

19. NOTA. Nondum perpendemus, *num extensio materiæ propria singula seorsim ejus elementa afficiat*, ita ut quodvis elementum sua peculiari extensione donatum sit, quæ vera sit, nec a conjunctione cum alio elemento pendeat; an vero extensio materiæ propria, in quovis elemento solitario nulla, vera fiat, & positiva plurium elementorum conjunctione; sitque elementum quodvis solitarium inextensum, extensa vero sit elementorum summa. Tertio sequenti articulo quæstio hæc oportunius pertractabitur.

ARTICULUS SECUNDUS.

DIVISIO MATERIÆ.

QUum plæraque naturæ phænomena explicari nequeant, nisi mira in materiæ elementis divisio supponatur; maximi momenti est primum perpendere qua ratione materia reipsa divisa sit, seu quam mira tenuitate materiæ elementa sint. Theoriam hanc experimentis comprobabimus.

PROPOSITIO.

20. *Materia divisa est ultra quam mente concipi possit; seu materiæ elementa tenuitate cogitationem omnem superant.*

EXPLICATIO. Metallorum ductilitas, odorum diffusio, insensilium animalculorum vita, lu-

lucis emanatio experimenta præcipua, & observationes sufficiunt, quas seligimus, ut propositam veritatem demonstremus. Has innumeris aliis præferimus, quod magis ad physicam viam sternant plura alia naturæ objecta illustrando.

DEMONSTRATIO PRIMA.

Metallorum ductilitas.

Artes a physica lucem mutuantur: physica quoque ex artibus novam aliquando lucem habet. Brevi methodum afferemus, qua artifices aurum in bracteas, & in fila ducunt: hæc nobis aptam miræ materiæ divisionis demonstrationem sufficiet.

21. DEFINITIO. *Ductilitas metallorum* dicitur proprietas, qua gaudent eorum partes integrantes sese extendendi, quin sejungantur.

Proprietas hæc est tantum perpetua partium integrantium adhæsio, qua corpora hæc percussioni, & pressioni cedere possunt, innumeras diversas formas sumere, nulla fractura, nulla in partibus continuitatis solutione: contingit hoc, quia quo ipso tempore partes contiguæ sejungi coguntur, aliæ sunt, quæ separatis hinc, atque hinc junguntur. Verosimillimum est, elementarium partium figuram in corporibus ductilibus eorum ductilitati plurimum conferre. At vero quum nullam harum partium figuræ notionem habeamus, majori claritate ductilitas explicari nequit.

Metallorum omnium maxime ductile aurum est. Hoc metallum propterea observationes nostræ hac de re potissimum respicient.

AURI DUCTORES.

22. OBSERVATIO I. Artifices aurum in bracteas malleo ducentes artem invenerunt illud ad men-

mentis ſtuporem extendendi. Philoſophus Boylæus inter primos fuit, qui animadverterit, auri granum (ſeu quingenteſimam & ſeptuageſimam ſextam unciæ partem) ſub malleo, & ſub cylindris, quibus in bracteas ducitur, pollicum quadratorum quinquaginta extenſionem adipiſci.

I. Pollicis longitudo ducentas ſaltem viſibiles partes continet: inſtrumenta enim mathematica ſunt, in quibus pollex in centum partes diviſus eſt, quarum ſingularum perſpicax oculus facile dimidias diſtinguit. Si ergo longitudinem in latitudinem ducas, bractea pollicis quadrati menſura partes viſibiles 40,000 in ſuperficie ſua ſuperiori, & totidem in inferiori continebit; quæ ſimul erunt 80, 000. Superficies ergo quinquaginta pollicum menſura partes viſibiles habebit 4, 000, 000. En itaque auri granum in quadragies centena millia partium viſibilium diviſum.

II. Quum granum ſit tantum quingenteſima ſeptuageſima ſexta unciæ pars, ut habeatur numerus partium viſibilium unciæ auri ducenda ſunt 4, 000, 000 in 576; cujus multiplicationis factum eſt partium viſibilium 2, 304, 000, 000, ad quas auri uncia arte trahitur.

AURUM IN FILA DUCENTES.

23. OBSERVATIO II. Artifices argenti fila ducentes, ut ex his amenta, & attalicæ veſtes contexantur, miram hanc auri extenſionem longius producunt.

Argenteum cylindrum pollices vigintiduos longum, diametro linearum quindecim, pondere vero marcorum, ut ajunt, quadraginta quinque obtegunt auri bracteis, quorum pondus nunquam uncias ſex excedit, aliquando ad unciam unicam minuitur. Inauratum hunc cylindrum ſucceſſive per chalybeæ laminæ foramina ducunt, quæ in ſe-

feriem diametro a primo ad ultimum minora funt. Hac ratione cylindrus fefe perpetuo producens, & diametrum fuam minuens capillo tenuitate par fit, longitudinem vero acquirit leucarum ferme 97, quarum fingularum longitudo eft hexapedarum 2000.

24. EXPLICATIO. I. Auri bracteæ huic cylindro applicitæ ejus fuperficiei intime adhærent, & veluti unum corpus cum argento, quod involvunt, efficiunt. Magnæ hujus auri argento adhæfionis caufa præcipua effe videtur magna auri argento affinitas; quam affinitatem majorem minoremve omnibus metallicis fubftantiis habet, non item vero non metallicis. (85).

II. Aurum fucceffive per diverfa laminæ foramina tranfiens, ductilitate fua, & argento affinitate fupra cylindrum extenditur, illique adhærens perfeverat dum producitur. Filum inauratum, quod hinc emergit, eft adhuc tenuis argenti cylindrus, cui aurum, quod magis magifque extenfum eft, quodque adhuc illud obtegit, involucri, ac veluti vaginæ loco eft. Filum hoc (a trahendo fcilicet) *tractum* vocant.

III. Tractum hunc itaque, feu filum inauratum inter perpolitos duos chalybeos cylindros ducunt, quibus comprimitur, & complanatur in laminam tenuiffimam, qua filum fericum ad plæraque textoria, aut phrygia opera obvolvitur. Hac inter cylindros compreffione tractus longitudine, & latitudine extenditur, fitque *feptima* fui *parte* longior: quare non jam amplius leucas tantum 97, fed 111 longus eft.

IV. Aurea fuperficies lamellam hanc argenteam obtegens cenfenda eft duplex auri lamella duplici argenteæ laminæ fuperficiei applicita; quarum fingularum auri lamellarum longitudo fit leucarum 111, & ambarum fimul 222.

V. Tractus inter chalybeos cylindros complanatus *octavam* ferme *lineæ partem* latus evadit; lati-

latitudo hæc facile in duas ſenſibiles dividitur: Quare tractus tota ſua longitudine in binas lamellas dividi poterit, quarum quælibet duplici auri involucro obtecta erit; quare non jam binæ tantum, ſed quatuor auri lamellæ habebuntur, quarum ſimul longitudo erit leucarum 444.

VI. Itaque ſi filum quoque vel tenuiſſime inauratum ſupponamus, auri unciam habebimus in lamellas quatuor ductam, cujus viſibilis ſuperficies leucas 444 extenſa eſt. Si leucas multiplices per hexapedas 2000, harum vero ſingulas per pedes ſex, pedes ſingulos per pollices duodecim, ac pollices ſingulos per partes ducentas, quas facile oculus diſcernit in ejus longitudine, auri unciam habebis extenſam, & diſtributam in hexapedas 888, 000; in pedes 5, 328, 000; in pollices 63, 936, 000; in partes viſibiles 12, 787, 200, 000.

VII. At ſi coſideremus auri lamellam, qua utrinque argenti lamina obtegitur, non niſi extima ſuperficie videri, & æque in intima videri poſſe, qua argento adhæret; intelligemus allatum partium ſenſibilium numerum unciæ auri adhuc duplicari poſſe; ſicuti auri malleo ductæ bracteæ duplex ſuperficies duplicem exhibet partium ſenſibilium numerum.

25. COROLLARIUM. Si homines rudibus inſtrumentis tam miram materiæ diviſionem efficere poſſunt, quam faciet divinus artifex, qui voluntate tantum omnia poteſt, quæ natura non repugnant!

26. NOTA. Quo artificio aurum, & argentum in bracteas, & fila ducitur, eodem cuprum, & ferrum in bracteas, & fila ducuntur. Aurum, argentum, cuprum mira illa metalla ſunt, quæ ad inaurandum adhibentur.

INAU-

INAURATORES

27. DEFINITIO. Auri inductio ars est, qua tenuissimum auri stratum diversorum corporum superficiei applicatur, ut exterius pretioso huic metallo similia fiant. Aurum huic operi destinatum aut in bracteas, aut in minimas partes divisum esse debet.

Vera auri inductio.

28. DESCRIPTIO. Vera auri inductio aut auri bracteis fit, aut auri pulvere, quæ duo diversis modis corporibus applicantur, quibus auri nitorem inducere volumus. En tibi nonnullos inaurandi modos.

I. Aurum simplici contactu metallicis substantiis ductilibus, quibus magnam affinitatem habet, optime conjungitur. Superficiei perpolitæ metalli inaurandi aurei bracteæ apponuntur, puta argenti, aut cupri: & quodam caloris gradu ac hematitis lapidis affrictu aurum metalli superficiei arctissime adhæret. Adhæsio hæc tanta habetur ex affinitate binarum harum substantiarum, qua, (pressione, & calore juvante) facile altera alterius poris sese insinuat, atque invicem veluti innumeris insensilibus claviculis colligatur, quos quum metalla frigescunt arcte inter suas cavitates constringunt, nec removeri amplius sinunt.

II. Quum aurum in pulverem redactum mercurio adhæreat, & amalgama efficiat; hoc amalgama metallum inaurandum obtegitur; subinde metallum prunis imponitur, ut mercurius evolet. Remanet aurum, & metallo adhæret; quod ematite postea perpolitur.

III. Exigua auri quantitas aqua regia dissolvitur: hac dissolutione linea fila imbuuntur, dein comburuntur, & niger eorum cinis servatur. Hic

Hic enim aqua mixtus argento perfricatus five id linteo fiat, five digitis, aureas moleculas metallo arcte inhærentes relinquit. Lavatur argentum ad terreas cineris partes abstergendas, & illud hematite perpolitum pulchro auri colore exiguis sumptibus tingitur. Hac ratione plura ornamenta speciosa, & parvi valoris inaurantur.

IV. Aurum quoque, sed minus admodum adhærens crystallo, testæ Sinensi, rebus aliis vitrificatis, & perpolitis applicatur: aliquantum calefiunt, deinde leviter perpoliuntur, ut lucida fiant. In his calor lævium superficierum poros aperit, quibus auri bracteæ applicantur; & exigua dentis polientis pressio illas, utpote summe ductiles, poris inserit, quæ totidem veluti cuneis illis infixæ firmiter hærent, quum pori calore cessante constringuntur. Auri substantiis hisce vitreis adhæsio longe minor est ejus adhæsione substantiis metallicis; sive quod pressio aurum substantiis vitreis applicans longe minor sit; sive quod ductilitas, quæ hanc adhæsionem solidare debet, mutua non sit; adeoque vitreæ substantiæ non ita cedant ad aureos cuneos admittendos in exiguis suis cavitatibus; sive tandem, & præcipue, quod aurum hisce substantiis affinitatem non habeat ad illis arcte adhærendum necessariam.

V. Quum aurum simplici contactu substantiis non metallicis non adhæreat, quæ natura heterogeneæ nunquam probe poliuntur, nec æque solidæ sunt, ut ubique dentis pressioni æque resistant, adeoque super his auri bracteæ lacerentur, non extendantur; ut his, puta lapidibus, & ligno, aurum applicetur, pluribus glutini alicujus stratis superficies illinienda est, quod aurum alliget, & detineat. Tenaces hæ substantiæ *mordentes* passim dicuntur: his aurum applicatur sive in bracteas extensum, sive in pollinem comminutum; quum vero exsiccatum est lupi dente perpolitur.

Fissa

Ficta inauratio.

29. DESCRIPTIO. Ficta inauratio ea est, in qua auro non utuntur artifices, ut auri speciem rebus indant.

I. Hujusmodi est aureus color, quo aurichalcum, & argentum tingitur, qui quum diaphanus sit, metalli splendorem non intercipit. Multa ornamenta fiunt ex aurichalco ita picto: porro pictura hæc *aureus color* dicitur, ut a vera inauratione distinguatur.

II. Quod in coriis inauratis aurum videtur argentum est, cui color hic super inditus est; atque hic argenti bracteas aureo hoc colore tingit.

III. Charta inaurata inaurationis speciem induit ex aurichalchi *bracteis*, quæ glutine chartæ applicantur.

30. NOTA. Ars metalla in fila ducens vel nescia naturam imitatur. Bombyx foramen habet, quo pretiosum illud filum ducit, unde folliculum sibi struit. Adeo tenue filum hoc est, ut ejus ulnæ trecentæ duorum granorum tantum, & semis pondus æquaverint; adeoque ad unciæ pondus obtinendum ulnæ requirantur 69120. Araneæ filum, ex quo ars molles, & satis solidas chyrothecas elaborare valuit, simili machinamento ducitur: porro hoc bombycis filum tenuitate longe superat. Utrumque quum ex insecto ducitur succus est viscidus, qui aeris contactu durescit, cementi instar, aut argillæ, humidis particulis avolantibus, ac majori partium solidarum sibi invicem accedentium adhæsione.

DE-

DEMONSTATIO ALTERA.

Odorum diffusio.

31. EXPERIMENTUM. Phialam parvam vitream A B D ex parte odoro aliquo liquore plenam, puta aqua ex floribus mali Assyrii, aut spiritu vini, cui lavendula infusa fuerit, supra prunas pone, aut lampadi ardenti admove. (*fig. 2.*)

EFFECTUS. Quum incalescit liquor, & ebullire incipit, videbis ex phialæ orificio D copiosum vaporem erumpere, qui in omnibus conclavis punctis olfactu percipietur: nulla sensili liquoris imminutione, quum post duo aut tria minuta experimentum cessat.

32. EXPLICATIO. Vapor, quem oculus ex phialæ orificio erumpere videt, quique odorem suum toto conclavi diffundit, est tantum magis volatilis liquoris pars, quam ignis actio a reliqua massa segregavit, & per totum conclave diffudit in tenuissimas particulas divisa. Particulæ hæ etsi admodum liquoris volumen, a quo abierunt, imminuerint, tanta copia sunt in quovis sensili conclavis puncto, ut ubique satis sensilem in olfactus fibras impressionem facere possint. Atque hac super re nonnulla animadvertenda sunt.

I. Quam magnus esse debet partium evaporatarum numerus! ponamus, conclave satis angustum quindecim tantum pedes longum esse, latum, & profundum: in eo erunt aeris pedes cubici 3375. Quum pes quadratus lineas quadratas contineat 20736, pes cubicus lineas cubicas continebit 429,981,696; atque hæ in pedes acris cubicos 3375 in conclavi contentos ductæ, dabunt lineas cubicas hujus conclavis 1,451,188,224,000. Ponamus adhuc, ut omnia nobis adversantia supponamus, liquoris evapora-

ti

ti volumen esse lineas cubicas duas: & in quavis cubica aeris linea quatuor tantum particulas odoras esse: ut harum numerus habeatur, postremus numerus quater sumendus erit. En itaque duas cubicas liquoris lineas in partes divisas 5, 804, 752, 896, 000.

II. At vero quod in hoc cubiculo odorem parit minima liquoris evaporati pars est. In odoro liquore siquidem partes liquoris ab iis, quibus odorus fit, distinguendæ sunt; atque hæ multo minori sunt numero. Ponamus itaque (quod multo minus est) partem odoram liquidi evaporati quartam esse; duarum linearum cubicarum quadrans erit lineæ dimidium in partes divisum 5, 804, 752, 896, 000.

III. Porro hoc lineæ cubicæ dimidium ante evaporationem non totum materia erat: inerant illi, ut omnibus tum liquidis tum solidis corporibus, pori, & vacuola; quibus massa ejus positiva, sive absoluta materiæ quantitas plurimum imminuitur. Aurum, exempli causa, quod ipsum quoque pluribus poris abundat, non undeviginti vicibus, & semis aqua gravius est, nisi quia sub æquali volumine undeviginti vicibus, & semis plura, quam aqua, materiæ elementa continet. Si ergo aurum nullis poris, aut vacuolis pertusum supponamus; liquidum aquæ pondere æquale ferme vicies plura vacua habebit, quam materiam, seu vicies ferme plus extensionis vacuæ, & penetrabilis, quam extensionis solidæ, & impenetrabilis. Ponamus itaque, liquorem in phiala contentum pondere, & densitate aquæ æqualem esse: dimidium lineæ materiæ odoræ toto conclavi diffusæ esset tantum vicesima pars dimidii lineæ cubicæ materiæ poris, & vacuolis carentis.

IV. Dimidium lineæ cubicæ materiæ in viginti æquales partes divisæ, singulis divisionibus vel minimum arenæ granum æquaret. En itaque materiæ quantitatem, quæ in unum col-

lecta

lecta vix arenæ granum æquaret, ignis actione in partes divisam 5,804,752,896,000. Profecto quanta nec mente concipienda tenuitate particulæ hæ odoræ esse debent; & quanta fibrarum olfactus exilitas, atque mobilitas, ut sensibiliter ab his affici, atque percelli possint! Magnus sane, ac vere divinus est ille artifex, qui & elementa hæc nostris organis, & organa nostra hisce elementis comparavit.

Corpora odora.

33. APPLICATIO. I. Odorum diffusio natura ipsa fit in floribus, in plantis, in fructibus, in animalibus, in corporibus odoris omnibus eo ferme pacto, quo e phiala odorem diffundi superius vidimus. Intima fermentatio sive ab igne elementari per universam naturam diffuso excitata, sive a vivifico solis calore, qui omne vivens, ac vegetans movet, atque agitat, sive ab alia quapiam causa pro rerum conditione varia, excitata id in odoro corpore præstat, puta in rosa, in musco, in corpore putrescente, quod ignis calor in liquore phialæ A B incluso; efficit scilicet hæc fermentatio in rosa, in musco, in corpore putrescente invisibilem per poros quibus abundant, evaporationem, veram tamen, ac permanentem illi valde similem, quam oculus ad orificium D detegit phialæ lampadi accensæ admotæ. Porro hæc evaporatio, ut ex liquore, de quo sermo, & partes odoras evehit, & inodoras, quæ ad diversas distantias aeri ambienti undequaque commiscentur. Ex hisce principiis æque certis, ac sensibilibus plurium phænomenorum explicatio descendit.

I. Canis herum, aut feram sequitur horum vestigia identidem olfaciendo; in homine siquidem, & in fera perpetua habetur fermentatio ex eorum poris insensibilium corpusculorum copiam continenter expellens eorum vestigiis adhæ-

hærentium, quæ corpuscula acutissimus canis olfactus sentire aptus est, atque ab aliis secernere, a quibus in hero quærendo, vel in fera insequenda dirigitur.

II. Corpora odora sunt, quæ post aliquod tempus odorem amittunt; sive quod volatiles eorum partes satis cito omnes evolent; sive quod cesset fermentatio aut omnino, aut per intervalla, a qua evaporatio proficisci deberet.

III. Alia corpora odora sunt, quæ odorem suum perpetuo servant; eorum quippe fermentatio permanenter perseverat; & particulæ, quas exhalant, quum multo tenuissimæ sint maxime diuturnæ evaporationi sufficiunt. Horum de genere est *musci granum*, cujus odor annis viginti in conclavi incommodus perdurat, ubi quotidie aer mutatur, quin hoc elapso tempore sensibilem ponderis, aut voluminis imminutionem passum sit. Ponamus modo hoc musci granum in eodem esse conclavi, in quo phialam statuimus, a qua partes evaporatas expendimus: & diem integrum requiri, ut aer renovatus ad sensum ejus odore imbutus sit. Ut partium ab hoc musci grano evaporatarum summa innotescat, partes inventæ liquoris e phiala exhalati (seu 5,804,752 896,000) in vicies 365 dies ducendæ erunt; unde productum, 42,374,696,140,800,000 indicabit particulas a musci grano effusas, quin materiæ suæ quantitas, ex evolatis odoris hisce particulis ad sensum imminuta sit. Quem harum partium numerum, quam tenuitatem! in miris hisce phænomenis mens obstupescit.

IV. Odorum alii naribus jucundi sunt, alii ingrati. Jucundi sunt, qui in narium fibris motum excitant, cui jucunda mentis sensatio adnexa est; ingrati, qui in narium fibris motum excitant, cui molesta mentis sensatio respondet (*Met.* 172, 179). Hac in re ulterius progredi interdictum est: nihil nobis suppetit, unde co-

gnoſcamus, quare hic odor corpuſculorum ſuorum natura aptus ſit potius ingratam, quam jucundam ſenſationem excitare.

V. Idem odor diverſis pro organorum diverſitate gratus, & moleſtus eſſe poteſt. Odor roſæ pleriſque placet, moderato, ac tenui motu, quo olfactus fibras titillat; alii fibris tenuioribus, mobilioribus, magis penetrabilibus instructi, vehementiorem ab his corpuſculis concuſſionem ſentient, ac vibrationes adeo violentas, ut narium fibræ lædantur: cerebrum patietur; & anima ſemper corporis incolumitati intenta, ægre feret: quare odor iſte his ingratus erit, & non ferendus: nimia enim ab ipſo parta concuſſio noxium illum, & inimicum cenſeri faciet.

VI. Odores, qui aliquando ingrati fuerunt, ſubinde placent; uti nicotianæ, aut cerviſiæ odor; ſive quod olfactus fibræ, apud quas de his judicium eſt, ætate mutentur; ſive quod conſuetudo novam organis noſtris naturam induat, ſive tandem, quod judicia nonnulla noſtra de ſaporibus, & odoribus plurimum a phantaſia pendeant, quæ primum a nonnullis phantaſmatis, aut novis, & ſuſpectis impreſſionibus exterrita, inconſulto, & temere in anima ab aliquibus rebus averſationem excitat: quæ tandem experientia edocta ſibi familiares rerum ſenſationes facit, quas antea noxias, & moleſtas arbitrabatur.

Morbi epidemici.

34. APPLICATIO II. Ex ſtatutis principiis facile intelliges, quomodo morbi epidemici communicentur; qua ratione, exempli gratia, peſte correptus univerſam urbem inficiat, deinde poſt vinciam, & regnum ipſum. In illo vehemens effervescentia eſt, quæ ab ipſo contagioſa corpuſcula perpetuo expellit: (quæcumque tandem

luis

luis hujus contagiosæ causa, & natura sit: quod arcanum nondum vel accuratissima physica, & medicina detexit). Corpuscula hæc a corpore contagioso emanantia supellectili, cibis, hominibus, parietibus, universo aeri ambienti adhærent. Qui aerem hunc infectum hauriunt, in pulmones majorem, ac majorem horum corpusculorum copiam admittunt, quæ perpetuo sese sanguini commiscentia, cumque ipso universum corpus permeantia, modo ocius, modo serius animalis œconomiæ principia vitiant; idque morbi, ac corruptionis genus pariunt, a quo orta sunt: lethiferam effervescentiam excitant, quæ ipsa quoque contagiosis corpusculis fœcunda, illa exhalat, ac eosdem lethales effectus parit. Augetur malum; & multiplicatis causis propagatur: morbo affecti cito alios plurimos inficiunt; ac contagio magis, magisque dilatata in dies grassatur, *viresque acquirit eundo.*

DEMONSTRATIO TERTIA.

Animalium microscopicorum vita.

Microscopio invento innumera in natura viventia detexerunt philosophi observatione, & admiratione dignissima. In lucis theoria (1025) mechanicum microscopii artificium explicabimus, quod postulat, ut vitra tali figura donentur, ut eorum ope minimum objectum exacte sub maximo angulo in oculo pingatur. Nunc vero mira illa tantum referemus, quæ microscopio deteguntur.

35. EXPERIMENTUM I. Microscopium solare fenestræ affige ita, ut, accurate obtenebrato conclavi, radii, qui in exterius speculum incidunt, in microscopii lentem, & appositum objectum reflectantur, ac per microscopii tubam in adversum parietem album, aut ampliori carta obtectum dirigantur.

Microſcopio inſere tantillum illius pulveris, qui in caſeo exſiccato invenitur, non tamen cumulatum, ſed diſperſum, ut luci ſit permeandi locus; pulverem vero hunc tenui, ac nitidæ vitri lamellæ impoſitum apta diſtantia a lente objectiva colloca, ac directione tum illi, tum alteri lenti parallela.

EFFECTUS. In pariete, aut in charta innumera apparere videbis ejuſdem ſpeciei animalcula viventia, atque animata, quorum nonnulla majoribus vanis duplo majora tibi videbuntur; in his eorum figuram, caput, præcipua membra, ſetas, quibus hiſpida ſunt, greſſum, & motus diſtingues: crura enumerabis, articulos; quin & humores in eorum corpore fluctuantes intueberis.

EXPLICATIO. Pulvis iſte caſei, in quo nulla vel acutiſſima oculorum acies quidpiam vivum, & animatum diſcernit, *animalculis* ſcatet omnibus ſimilibus, ac ejuſdem ſpeciei, quæ *teredines* vocantur; & inanimis corpuſculis, quæ eorum vel alimenta, vel excrementa eſſe videntur. In hoc pulvere unica tantum animalculorum ſpecies invenitur: profecto quia cibus hic ſpeciei huic oportunus nulli alii animalculorum oculo nudo inviſibilium ſpeciei oportunus eſt.

36. EXPERIMENTUM II. Microſcopio appone exiguam aquæ guttam e palude hauſtam, in qua aquaticæ plantæ naſcantur; ſive ex aqua, in qua fœnum, paleæ, flores varii, plantarum partes quævis infuſæ fuerint, & quæ anni tempeſtate calida aeri aperto, ſed loco umbroſo expoſita fuerit.

EFFECTUS. Hæc aquæ gutta in pariete, aut charta adverſa apparebit veluti exiguum ſtagnum, in quo natantia videbis aquatica animalia plurima figura, ac ſpecie admodum diverſa: horum nonnulla globulis ſimilia in directum protenduntur, ſemperque angulos admodum

exa-

exactos motu ſuo deſcribunt : alia figura magis elliptica, & oblonga in gyrum tantum circumaguntur. Alia annulis compoſita motu vermiculari procedunt brutorum more, aut hirudinum: Illa dum pergunt pedes exporrigunt, caudam, & antennas.

In aliquibus præcipua organa, & humorum intimi motus deteguntur; neque magis de eorum vita, quam de majorum piſcium vita ambigi poteſt. Exigua aquæ gutta aliquando ſpecies diverſas exhibet viginti, & ultra, quarum individua omnia inter ſe ſimilia magnitudine tantum differunt, quæ indicat, alia jam creviſſe, alia nondum ſatis. Si paulo attentius conſiderentur, ſuorum motuum cauſa finalis etiam detegitur; videmus enim hæc illa vorare; & ſatis apparet, exigua hæc aquatilia marinos, & fluviatiles piſces imitantia alia aliis veſci; adeoque quum moventur, alia prædam inſequi, alia ab hoſte fugere.

37. EXPLICATIO. At qua ratione ſunt hæc animalcula, & gignuntur in aqua, in qua diverſæ plantarum ſpecies infuſæ fuerint? Veroſimillimum eſt, animalcula hæc, quibus paludum, & ſtagnorum oræ præcipue ſcatent, ut piſces fere omnes, eſſe ovipara; & ut piſces, immenſam ovorum copiam effundere, quibus ſpecies propagetur. Ova hæc, utpote minima, cum vaporibus ab aqua attolluntur ad varias in athmoſphæra altitudines; unde cum pluvia, ac rore delapſa, ut cum aqua, cui immerſa ſunt, & qua vehuntur, plantis, floribus, fructibus ſeſe inſinuant, in quibus oportunus illis aditus patet. Ova hæc in fœno, in paleis, in floribus, in plantis quibuſque ab inanimis plantarum partibus detenta ipſarum partes fiunt, & ex parte plantas ipſas componunt dum adhuc illæ vigent. At ſi hæ in aqua putreſcant, & oportunus ſit tempeſtatis calor, ſoluta erumpunt, calore, & humore fota germinant, &

animalcula fiunt specie diversa; non secus ac e piscium ovis diversæ speciei pisces progignuntur.

38. EXPERIMENTUM III. Aceti veteris octo, aut decem diebus æstivo tempore, & loco umbroso aeri libero jam expositi guttulam microscopio appone.

EFFECTUS. In pariete, saut in charta adversa coloratum apparebit, in quo exigua videbis naturæ ejusdem speciei insecta, motibus, & figura similia, pedem ferme longa, & tertiam, aut quartam pollicis partem lata. Unica tantum hic apparet animalculorum species; sane quia aceti vapor ceteras omnes enecat. Si huic aceto aquam infundas, qua in præcedenti experimento usus es; adhuc in liquore hoc mixto easdem anguillas conspicies, nullam vero ex speciebus illis, quæ in aqua vivebant; aut ad summum earum exigua cadavera deteges: illis enim acetum lethiferum est.

39. NOTA. Alio quoque microscopio eadem experimenta fieri possunt, iidemque effectus detegi. Discrimen est dumtaxat in objectorum magnitudine, quæ solare microscopium majora exhibet; at semper eadem figura, eademque proportione, qua cetera. Microscopium solare cælum postulat maxime sudum, & solem nitidissimum.

Hujus generis experimenta innumeris modis varia fieri possunt. Tria tamen, quæ attulimus ad multo maximam materiæ divisionem in animali regno ostendendam sufficiunt: ab his etiam colliges, naturæ auctorem non minus summam sapientiam, & potentiam suam ostendere in ea regni hujus parte, quæ per tot sæcula oculorum aciem effugit, quam in ea, quam præ oculis continenter habemus.

40. COROLLARIUM. Membra, & organa quæ oculus in his animalculis detegit, quadam quasi certitudine ea divinare faciunt, quæ obser-

ſervationes noſtras effugiunt. Judicium analogicum, quo phyſica univerſa innititur (Met.135) nulla ſane ratione reiici, aut in ſuſpicionem venire hac in re poteſt. Animalcula hæc parva id ipſum ſunt, quod cetera terreſtria, & aquatilia majora ſunt. Caput habent, quod pelle nervis, carne, medulla, membranis conſtare debet. Os habent, quo alimenta capiant, deguſtent, fortaſſe etiam triturent. Stomachum habent certe tunicis ſuis conveſtitum, quæ contrahantur, & dilatentur ſuccis ſuis munitum, qui alimentorum fermentationem, & digeſtionem efficiant. Inteſtina habent ſpecie, & magnitudine diverſa ad nutritionem, & ſecretionem efficiendam. Oculos certe habent, quibus videant, & in ſuis motibus dirigantur, ſive ut alimenta ſibi comparent, ſive ut ab inimicis inſequentibus effugiant. Tandem venas habent, arterias, ſanguinem, aut humores, qui illius vices gerunt. Jam vero quam nec mente quidem concipienda exiguitas in partibus ferme infinite parvis totius jam ferme infinite parvi!

Si ſupponamus ſanguinis, aut humorum moleculas minimorum animalculorum, quæ microſcopio deteguntur, eſſe ad humani ſanguinis moleculas ut horum animalculorum corpus ad corpus humanum; philoſophus Anglus Keilius calculo deprehendit, ſanguinis, aut humorum horum animaculorum volumen vix viſibili arenæ granulo æquale plures partes contenturum, quam decem mille ducenti quiquaginta ſex altiſſimi telluris montes viſibilis arenæ grana continerent.

DEMONSTRATIO QUARTA.

Diffuſio lucis.

41. EXPERIMENTUM. Nocte ſerena, & cælo ſudo in ſumma turri ceream faculam

accensam colloca, quarum sex unum pondo efficiunt*. Flammam ad duas leucas videbis.

EXPLICATIO. Extima faculæ superficies liquefacta cernitur continenter in ellychnium accensum ascendere, & successive in particulas igneas, & lucidas converti, quæ mira velocitate quaquaversum vibrantur. Minima ceræ quantitas, quæ quovis momento consumitur, in particulas lucidas dividitur; quæ aut distribuunur aut distribuerentur in sphæræ capacitatem diametro leucarum quatuor; ita ut non habeatur, aut non haberetur sensile punctum ullum hujus sphæræ, in quo oculus a particulis ab hac facula accensa emanantibus non percelleretur. Quam immensum punctorum sensilium numerum in tali sphæra! Quare in quem incredibilem partium veluti infinite parvarum numerum dividi debet vel minima ceræ portio, quæ quovis momento per omnia hæc puncta sensibilis distribuitur!

Doctor Nieventitius calculo deprehendit, quovis minuto secundo hujus faculæ portionem tantum consumi decimæ quartæ grani parti æqualem (hoc est octo millesimam unciæ partem): hanc vero decimam quartam grani partem quovis minuto secundo partes lucidas amittere, numero æquales minimis arenæ particulis quæ in globis terraqueis 100, 000, 000, 000, 000 continerentur.

Corpora lucida.

42. APPLICATIO. Corpora omnia lucida lucem effundunt eo ferme machinamento, quo facula accensa, de qua sermo. Semper est intima effervescentia, quæcumque ejus causa, & natura sit, quæ dividit, perpurgat, agitat, & in torrentes propellit lucis corpuscula, quibus aut directe, aut reflexe nostrum visus organum afficitur.

I. Li-

I. Lignum, oleum, adeps veluti receptacula sunt, in quibus major lucidæ materiæ copia continetur, ac ab aliis harum substantiarum particulis veluti vincta cohibetur; donec violenta ignis actione a vinculis solutæ particulæ istæ lucidæ veluti infinitam velocitatem concipiant, quam ipsæ admittere possunt.

II. *Vermes lucidi* in corpore receptacula habent oleosarum substantiarum, quæ perpetua fermentatione agitatæ nunquam intermissos ex eorum poris molecularum lucidarum fluvios emittunt: atque hos nutritio ea ratione reparat, qua evaporatione dissipantur. Simili ferme machinamento ligna quædam, quæ putrescentia summum fermentationis gradum nasciscuntur, lucida fiunt, ut vermes lucidi: ut hi, siquidem perpetuos igneæ, & lucidæ materiæ fluvios a fermentatione secretos, & dissipatos jaculantur.

III. Exhalationes in athmosphæra fermentescentes, aut accensæ quaquaversum molecularum lucidarum fluvios emittunt, a quibus plurima meteora enascuntur, de quibus alibi.

IV. Sol, & stellæ ipsæ quoque maxima effervescentia intime agitari debent lucidis emanationibus fœcundissima, quæ per immensa spatia oculi nostri fibras attingunt, & corpora illa existere nos monent. Subinde videbimus, materiam, quam astra hisce emanationibus amittunt, tantam non esse, ut inde sensibilem jacturam patiantur; minima hæc enim est; & quæcumque sit, æqua ferme ratione perpetuo reparatur. (860).

43. CONCLUSIO. Quatuor allatis demonstrationibus constat, materiam reipsa ita divisam esse, ut mens ejus immensitatem assequi non valeat; sive materiæ elementa ejus tenuitatis esse, quam mens humana percipere nequeat.

44. COROLLARIUM. *Ex his sequitur,*

quum natura phaenomena summam in materiae elementis, nec mente ipsa concipiendam tenuitatem supponi postulabunt, nihil non evidenter experientia demonstratum, & confirmatum assumptum iri.

ARTICULUS TERTIUS.

DIVISIBILITAS MATERIAE.

MAxima materiae divisio hactenus exposita, & demonstrata ad naturae phaenomena ipsam postulantia explicanda abunde sufficit; at pro divisibilitate in infinitum nihil probat. Si ita divisibilis est; utcumque ad summam tenuitatem materiae elementum divisione adductum supponatur, semper inter effectam divisionem, & quae fieri potest, infinitum intercedit; nulla ergo ab una ad alteram inductio est.

Continuum

44. DEFINITIO. *Continuum* dicitur elementorum conjunctorum collectio, quaecumque eorum massa, & natura sit. Continuum est marmor, arenae granum, aquae gutta. Unicum elementum in se simplex, seu nulla partium compositione (si hujusmodi elementa in natura dantur) continuum non efficit.

45. OBSERVATIO. Docti philosophi omnes sentiunt, materiam *continuum* efficientem a creatis agentibus non nisi ad quemdam terminum dividi posse, ultra quem divisionem non amplius admittit; sive quod moleculae primitivae, quibus constat, substantiae sint omnino natura simplices; sive, quod Deus, cujus efficax voluntas naturam facit esse, quod est, primitivas hasce moleculas finito, vel infinito particu-

cu-

cularum numero compositas in eodem toto indestructibili perpetuo invicem conjunctas esse decreverit.

Unice igitur in præsentia quæstio est, num particulæ hæ primitivæ, extensorum, & sensilium corporum elementa, in se ipsis in infinitum sint divisibiles; ita ut infinita potentia eas æternum possit in partes dividere dimidias, quartas, centesimas, decies centies millesimas; atque ita porro; quin unquam eo divisione deveniatur, ubi divisione ulterius in divisis partibus progredi non liceat.

Humana ratio, ne jam solis religionis mysteriis obscuritatem, & tenebras imputes. Age jam, quæstionem, in qua libere spatiari possis, nullo dogmatis lædendi metu tibi propositam, & in aperto positam, ut lubet, discute. Post triginta sæcula, quibus definire studes *sit ne arenæ granum divisibile in infinitum*, quam hac de re certam rationem, ac probationem protulisti? quamcumque sententiam sequereris, quibus tenebris non obruebaris? nosce jam a natura ipsa tua infirma, & limitata tenebras has proficisci. Hinc disce jam abditis religionis mysteriis non indignari, quæ ab hominum intellectu tam remota sunt; quum videas in re ferme ob oculos, & præ manibus posita, absurdum evidentiæ proximum videri; & veritatem, quam assequi niteris, aut conatus tuos effugere, aut densissimis tenebris involutam occurrere.

Quæstio de materiæ, seu continui divisibilitate, ut a nobis proponitur, ingenii exercendi gratia tantum pertractatur; ab hac enim naturæ theoria satis sejuncta est. Omnia tamen ingenia quavis ætate exercuit, quæ in diversas hac de re sententias abierunt: has percurrere philosopho oportunum est.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

SENTENTIÆ DIVISIBILITATI IN INFINITUM OPPOSITÆ.

Puncta Zenonis.

46. SENTENTIA I. CElebris *Zeno*, qui Stoicorum sectam fundavit, infinitam materiæ divisibilitatem negavit. Continuum, in Zenonis sententia, dividi nequit, nisi quousque ad *partes* quasdam deveniatur *inextensas*, & *indivisibiles*, quarum numerus in quovis continuo finitus est. Quum divisione ad partes has inextensas, & indivisibiles ventum est, ulterior divisio absolute jam fieri nequit; neque enim materia hæc amplius partes habet, quæ separari possint. Partes hæ inextensæ, & indivisibiles, primigenia corporum omnium principia, quorum extensionem simul collecta efficiunt, illæ sunt, quas philosophi hujus asseclæ *puncta Zenonica*, seu *puncta physica* vocare solent.

47. NOTA. Punctum Zenonicum cum mathematico non est confundendum. Punctum *Zenonicum*, si datur, est determinatum materiæ elementum omnem positive extensionem excludens, compositionem omnem, omnem denique partium multiplicitatem. Punctum *mathematicum* est infinite parva materiæ portio extensa, vel inextensa, quæ consideratur ut origo, aut ut terminus alicujus corporis dimetiendi mensuræ. Punctum Zenonicum natura sua quamvis vel minimam extensionem reiicit; hæc enim ejus naturam destrueret. Punctum mathematicum adhuc cum infinite parva extensione subsistit, quæ demonstrationibus puncto illi innixis

non

non officit. Si demonstratum sit, quodvis materiæ elementum extensum esse, & partibus constare, labitur universa Zenonistarum theoria; mathematicorum theoria universe stat; primi enim veram & absolutam physicorum punctorum inextensionem statuere volunt; alii calculos tantum, & demonstrationes suas instituere contendunt; quæ a puncti mathematici extensione, aut inextensione non pendent. Zenonista a punctis suis extensionem prorsus excludit: mathematicus puncta sua concipiens ab infinite minima extensione, quam obtinere possunt, præscindit. Quæ rationes primos impugnant, alteros nequaquam feriunt.

48. ASSERTIO. *Verosimile non est, corpora punctis Zenonicis constare.*

DEMONSTRATIO. Continui cujusque extensio, puta marmoris, evidenter procedit a partium componentium natura, & collectione; ergo partes hæ extensione gaudent; ergo inextensæ non sunt. Ostendo consequentiam. Evidens est, negationem, sive extensionis privationem centies millies, imo infinities repetitam nunquam extensionem parere posse; sicuti quicumque negationum, aut existentiæ privationum numerus, quæ infinities aliæ aliis jungantur, nunquam quid existens efficere potest; sicuti, exempli causa, numerus quicumque negationum, aut privationum auri, & argenti aliæ aliis infinities additæ nunquam auri, aut argenti massam efficere potest. Ergo quicumque punctorum Zenonicorum numerus, quorum cuilibet negatio, seu privatio extensionis inest ejus naturæ adnexa, nunquam extensionem efficere potest. Ergo extensio continui, sive hujus marmoris, a numero sive finito, sive infinito elementorum inextensorum progigni nequit: ergo elementa, quæ eorum natura, & extensione continui hujus, seu marmoris extensionem pariunt, necessario singula veram, & positivam aliquam exten-

tenſionem habent; ergo elementa hæc, quorum collectio totalem marmoris extenſionem efficit, non ſunt puncta Zenonica inextenſa. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. Mente concipe materiæ elementum quantumvis parvum; puta millies centenis millibus vicibus minorem, quam illud Zenonis ſectator ſupponere voluerit: adhuc concipis, elementum hoc plures ſuperficies habere, quarum una non eſt alia; ergo una ortum reſpicit, altera occaſum, hæc zenith, illa nadir. Ergo quacumque diviſione diviſa ſupponatur materiæ portio, adhuc in quovis elemento plura plana, ſeu plures partes concipiuntur, quarum una non eſt alia. Ergo ex præcipuo cujuſque ſcientiæ principio, quo de rebus id affirmandum eſt, quod in illis neceſſario concipitur (*Met.* 154.), de minimo materiæ elemento, quod mente concipi poſſit, partium multiplicitas eſt affirmanda; non ergo in natura dantur materiæ elementa extenſione, & partibus deſtituta. Q. E. D.

49. NOTA. Si cum recentiore quodam philoſopho quis dicat, etſi in quovis materiæ elemento ſemper extenſio, & partes concipiantur, non propterea inde ſequi hæc elementa in ſe extenſa eſſe; is meo quidem judicio præcipuum cujuſque ſcientiæ fundamentum evertit. Æque dici poſſet, etſi ſemper pars toto minor concipiatur, non proinde ſequi, partem in ſe toto minorem eſſe.

Monades Leibnitii.

50. SENTENTIA II. Leibnitius, ut & Carteſius, aliquando ſomniabat; verum utriuſque ſomnia hominis ſummo ingenio præditi ſomnia erant, vulgarium hominum vigiliis longe præſtantia. Leibnitianum *monadum* (4) ſyſtema profecto tanti viri ſublime ſomnium eſt, ortum fortaſſe ex præclaro illo philoſophico principio, quod

quod Leibnitius in deliciis habuit, & quod rebus quibusque adhibere nitebatur; *nihil scilicet fieri, aut affirmari debere sine ratione sufficiente*.

Ut omnium in natura Leibnitius rationem redderet, naturam ipse concepit tanquam immensam monadum, seu substantiarum solitariarum congeriem, quas in se, & origine *simplices*, & compositionis cujusque expertes supponit, *inextensas*, & dimensione quavis carentes, *dissimiles*, & omnes perfectione inæquales, *activas*, seu actionis, & motus capaces, *repræsentativas*, seu aptas sese invicem repræsentare, & concipere.

Ex hisce hypotesibus, seu postulatis monadum auctor omnibus magnis naturæ phænomenis lucem afferre contendit. Omnia Leibnitio monades sunt. Deus monas est æterna, increata, a qua ceteræ omnes existunt. Anima humana monas est spiritualis, monadibus materialibus omnibus magis repræsentativa, perfectior, intelligentior. Anima brutorum monas est, immaterialis, sentiendi, ac aliqua cognoscendi capax. Quodvis materiæ elementum monas est necessario perfectionis genere, & gradu a quavis alia monade diversa; quum fieri nequeat, ut in natura monades binæ sint sive spirituales, sive materiales perfectione æquales.

At quare monadibus suis allatas proprietates, seu qualitates tribuit? en ejus rationes, quas tantum cursim indicare satis erit.

51. EXPLICATIO. I. Eas *simplices* vult, ut corporum compositionem explicet, quæ monadum simplicium congeriem esse facit; neque enim, si ipsum audias, compositi ratio redditur illud per alia secundaria composita explicando; semper enim quærendum superest quare secundaria hæc composita sint ipsa composita.

II. Eas vult *inextensas*, ut corporum extensionis rationem reddat, quæ ex monadum ine-

xten-

xtenſarum collectione conflari vult. Si enim dicas, corpus extenſum eſſe, quod atomis extenſis conſtet, non jam inquit Leibnitius, extenſionem explicas; adhuc enim quærendum ſupereſt cur hæ atomi extenſæ ſint.

III. Eas vult *diſſimiles*; primo ut explicet univerſæ naturæ diverſitatem, tum varias hominum indoles, diverſas mixtorum vires, ac proprietates, ac corporum omnium varietates; quæ omnia ex intrinſeca, & primigenia monadum diverſitate, quibus conſtant, ipſe deducit. Deinde quia ex ſuo optimiſmi ſyſtemate (*Met.* 434.) cenſet, ſi duæ monades eſſent inter poſſibilia ſimiles, & perfectione æquales, Deum naturam creare potuiſſe; quod nulla eſſet *ratio ſufficiens*, qua unam præ alia crearet. Monades ergo per Leibnitium intimam habent ſingulæ naturæ, & perfectionis diverſitatem.

IV. Eas vult *activas*, ut conſtantem illam motus ſummam explicet, quo natura animatur, & permanentem illam activitatem, qua res aliæ deſtruuntur, aliæ iterum producuntur in quavis ſpecie. Diverſæ monades, quarum congerie natura univerſa componitur, initio datam motus quantitatem, & determinationem per Leibnitium habuerunt, quem eundem naturalis earum activitas perpetuo reproducit. In quavis monade primus motus ſequentem produxit, hic tertium, & ſic deinceps in infinitum: ita ut præſens cujuſque monadis actio in natura neceſſario conſequatur ex prima illa impreſſione, ſeu determinatione, quam quum primum eſſe cœpit nacta eſt; præſens vero actio cauſa neceſſaria eſt, a qua motus omnes perpetuo futuri proficiſci debent, & haberi tum in hac monade, tum in illis omnibus, in quas præſenti ſuo motu aliquo pacto influit.

Concipe, ſi fieri poteſt, horologium, quod attritu nullo attenuatur, quodque ſemel ad motum excitatum, hunc ſibi perpetuo renovaret,

ret, cujusque rotæ altera alteri dentibus insertæ moverentur dumtaxat ex primo motu illis impresso: erit hoc satis apta physici machinamenti naturam universam per Leibnitium perpetuo animantis imago. Hinc oritur rerum harmonia, atque causarum cum effectibus nexus, quem cum libertate, si fieri potest, conciliabis.

V. Eas vult *repræsentativas*; ut & cognitiones explicet, quas in substantiis intelligentibus detegit, & imagines, quas materiales substantiæ nobis imprimunt. Anima hominis Deum concipit, virtutem, veritatem, bonum, sapientiam, extensionem, durationem, propterea quia hæc anima monas est horum objectorum natura sua repræsentativa, & in pleno omnibus his objectis colligata. Odor rosæ floris hujus imaginem in me excitat; quia hæc corpuscula odora veluti typi sunt, seu formæ, quibus rosæ illa effundentis imago insculpta est. Radii lucis varia illa corpora, a quibus emanant, mihi pingunt; propterea quia radii hi totidem monades sunt corpus lucidum illos producens referentes, seu corpus opacum, a quo resiliunt.

Omnia per Leibnitium in pleno invicem ligata, & connexa sunt. Dexterum, aut lævum pedem movere nequeo, quin materiæ ambienti motum imprimam, qui sensim languidior naturæ universæ ultra solem, & stellas communicatur. Nitidam motus pedis mei imaginem, sive ideam, aut perceptionem habes, quia mihi proximus perspicuam, & sensibilem impressionem excipis, quam monadi indit repræsentativæ, & intelligenti, a qua animaris. Sinarum Imperator non nisi confusam motus pedis mei ideam habere potest, propterea quia repræsentativa, & intelligens monas, a qua animatur, nimis languidam, atque confusam motus hujus impressionem habet.

Hinc per Leibnitium ideæ aliæ claræ, aliæ con-

confusæ, aliæ partiales, aliæ adæquatæ. Monas Deus rerum omnium ideas adæquatas habet, sive completas: omnibus enim præsens ipsa est ubique, & ubique infinite repræsentativa est. Monas anima humana ideas habet præteriti, præsentis, & futuri; potest enim impressiones tria hæc tempora respicientes admittere. Imagines vero hæ modo claræ, modo confusæ sunt, & semper inadæquatæ, propterea quia existit tantum in puncto infiniti duratione, & extensione, & facultatem represenfativam finitam tantum habet. Monas anima brutorum imagines habet, seu perceptiones rei cujusque minus extensas, magisque imperfectas; & monas materia in vegetabilibus, in fossilibus, in corporibus quibuscumque adhuc monade anima brutorum imperfectior est. Singulare hoc monadum systema Germani philosophi œstro quodam arripuerunt; Angli ne confutatione quidem dignum putantes irriserunt. Meretur tamen Leibnitius alia ratione, quam risu confutari.

52. NOTA. Monadum spiritualium in materiales actionem Leibnitius explicat hypothesi omnium, quæ excogitatæ fuerint, maxime singulari. Porro hæc ab harmonia, & nexus rerum, de quo supra, descendit, aut deducitur.

Contendit ipse, cujusque hominis animam, & corpus, quin alteram ab altera ullo pacto pendeat, aut ullam invicem relationem dicant, binas esse substantias ita constitutas, ut una quamdam habeat perceptionum seriem, altera quemdam motuum seriem; Deum vero sapientissimum, qui omnia prævidit, atque omnia initio rerum dispofuit, ita illas condidisse, ut naturali quodam, & intimo fato, quod speciosо *harmoniæ præstabilitæ* nomine decorat, alterius motus semper omnino fiant, quum eos alterius perceptiones poscere videntur; & vice versa; adeo ut perceptiones a motibus, & a perceptioni-

nibus motus pendere videantur. Quare, per Leibnitium, anima Virgilii versus condit, ejus manus illos scribit, quin inter manus motum, & animæ ideas vinculum ullum, aut connexio sit; nec nisi prævisa, & præstabilita utriusque existentia detur.

Si res ita se habet, ut plærique omnes Germani philosophi mordicus tenent, parum interesat, num anima Virgilii hujus poetæ corpus incoleret, aut corpus aliud quodvis: præclaro illo poemate siquidem æque frueremur etsi illa Jovem, aut Saturnum incoluisset.

53. ASSERTIO. *Monades Leibnitianæ neutiquam admittendæ sunt.*

DEMONSTATIO. I. Quæ rationes physica Zenonis puncta reiicienda probant, eædem & Leibnitii monadas refellunt; utraque enim sententia corporum extensionem a principiis omnino inextensis deducit.

II. Extensionis, & compositionis primigeniarum materiæ partium ratio redditur dicendo, *natura ipsa* extensas esse, & partibus compositas. Injuria vero Leibnitius rationem hanc improbaret; si enim ab eo petas, quare monades suæ simplices sint, & inextensæ necessario cogitur id ipsum reponere, & dicere, illas natura ipsa simplices esse, & inextensas.

II. Alibi (14.) ostendemus, materiam primigeniam homogeneam diversa mixta producere posse: ut igitur diversitatis mixtorum ratio reddatur, in quo hac in re Leibnitius præcipue sistit, non opus est monadas admittere in primigenia ipsarum natura intrinsece dissimiles.

Rationem vero a suo optimismi systemate mutuatam ad intimam monadum diversitatem statuendam in metaphysica nostra satis confutavimus, quin & ejus consectaria omnia (*Met.* 434); quum systema hoc rejecimus; quod nulla ratione innititur, nec cum divina libertate componitur.

IV.

IV. Quamprimum ostendemus, materiam sibi relictam *inertem* esse, & *activitate omni destitutam*. Non ergo materiæ monades ex se activæ sunt. Ut ergo motus, qui perpetuo in natura est, explicetur, alia causa a monadum intima activitate diversa quærenda est: actio Dei scilicet unici naturæ motus auctoris, & conservatoris.

V. In metaphysica nostra ostendimus, materiam nec cogitare, nec cogitare posse (*Met.* 473): non ergo monades lutum, argillam, lucem, corpora sonora, & odora componentes intelligentia gaudent illis a Leibnitio attributa.

In eadem metaphysica nostra ostendimus, ideas, & sensationes in nobis a materiæ impressionibus excitatas, a qua ut causa occasionali sensus nostri afficiuntur, in anima sola Dei actione fieri (*Met.* 179): ut ergo imaginum, & sensationum, quas objectorum habemus reddatur ratio, in materiæ monadibus fabulosam facultatem repræsentativam supponere minime necesse est.

VI. Singularis motuum nexus a sublimi monadum delirio suppositus *fabulosum fatum* quoddam in natura statuere videtur heterodoxorum principiis satis analogum, ex quorum secta Leibnitius erat, quod tamen & ratio, & intimus nostræ liberatis sensus improbat. (*Met.* 508).

Et sane qua ratione liber sim, si animæ meæ determinationes a primis impressionibus ab ipso existendi exordio acceptis necessario consequuntur; si corporis mei motus necessario a primis determinationibus procedunt, quæ elementa corpus meum componentia habuerunt, aut ab aliis materiæ elementis accipiunt, quibus harmonice alligata, & adnexa sunt? Ergo nulla ex parte Leibnitii monades sunt admittendæ. Q. E. D.

Pun-

Puncta inflata.

54. SENTENTIA III. Philosophi nonnulli ut infinitæ divisibilitatis difficultates effugerent atomos, seu vera puncta physica excogitarunt figura, & massa diversa nullam veram extensionem habentia, sed virtualem tantum, qua punctis vera extensione præditis æquivalent. Puncta hæc inflantur, & deprimuntur, quin quidpiam inflata acquirant, quidpiam constricta amittant. Quocumque volumine extendantur indivisibilia permanent; postulat enim eorum natura esse semper inextensa, quocumque volumine augeantur; solaque extensio divisibilis est.

CONFUTATIO. Vix seriam confutationem meretur adeo absurda opinio. Quid enim est vera inextensio virtute extensa, & quæ vera extensio evadit? Qua ratione in hisce atomis, seu punctis superficierum diversitatem concipias, quin quoque multa latera concipias, quorum unum non est aliud? Qua ratione puncta hæc inflari, & constringi possint, quum partibus careant, quæ invicem recedant, & accedant?

Ab hujus fæcis philosophis ea ætate barbara, qua rationis abusus in pretio erat, philosophia in contemptum, & in indignationem sapientum incidit. Interea ne obliviscamur nos, miserum effugium esse ab ignorantia, & imbecillitate conquisitum, & a recta ratione improbatum, tenebras quærere, ut solida difficultas eludatur.

Atomi Gassendi.

55. SENTENTIA IV. Gassendum cum Democrito, & Epicurro atomos admittit massa, & figura diversas, *extensas*, & *indivisibiles*; hoc tamen discrimine, quod Gassendus has ato-

tomos a Deo creatas, & motas supponit contra Epicurrum, & Democritum, qui eas increatas & a se motas admittebant. (*Mat.* 337)

CONFUTATIO. Si Gassandus dixisset tantum, primigenias has atomos extensas, & in se divisibiles a Deo massam, & figuram habuisse, quam nullum agens creatum illis auferre potest nihil sententiæ huic rationi, & experientiæ consentaneæ objici posset.

At atomi magnitudine, & figura diversæ, in se *extensa*, & *indivisibiles* res sunt inter sepugnantes. Qua enim ratione concipias atomum cubicam, pyramidalem, angulis & cavitatibus asperam sine partium multitudine has superficies, has cavitates, hos angulos solidos componentium? Qua ratione concipias binas atomos magnitudine inæquales, quarum una alterius dupla sit; quin in prima duplam materiæ quantitatem concipias, quæ in partes duas dividi possit, & atomos binas efficere, quarum singulæ primæ illi æquales sint? Si dicas, atomos has etsi massa, & figura diversas simplices esse, & partibus carere, quia earum natura ita eas esse postulat, jam paradoxum absurda ratione tueberis. Nonne pari dialectica, ac veritate dicere possim, apenninum, aut atlantem simplices esse & partibus carere, contra rationem, & evidentiam asserendo, eos natura ipsa simplices esse, & partibus carentes? Quæ absurda humana mens non admittit, quum pravum systema pervicaciter tuendum assumpsit!

Si hæ Gassendi atomi extensæ sunt, saltem partes duas habent: si has habent, jam harum una non est altera, neque unius existentia alterius existentia est; potest ergo una sine altera existere; ergo una ab altera separari; ergo atomi hæ *extensa* non sunt in se indivisibiles. Q. E. D.

Pun-

Puncta, sine contactu Boscovichii.

56. SENTENTIA V. Illustris Boscovichius præclaro ingenio philosophus, ac profundus mathematicus, is solus est, qui elementa inextensa cum corporum extensione valuerit conciliare. Ejus systema veluti æreis bracteis ornatum, ac resonans fucum facere potest cuicumque, qui rutilum a solido, ingenium a ratione, fabulam a veritate non apte secernit. En brevibus verbis ejus systema.

I. Boscovichio, ut Zenoni, materiæ elementa puncta sunt, sive atomi inextensæ, & natura diversæ.

II. Boscovichio, ut Neutono, hæc elementa mutuas attractiones habent, quibus altera ad altera tendunt.

III. Boscovichio attractiones hac repulsionibus conjunctæ sunt. Puncta hæc alternis sese attrahunt, & repellunt, quin unquam ad contactum pervenire possint; adeo ut in universa natura, atque in densioribus, & durioribus corporibus nunquam atomi binæ contiguæ sint, aut esse possint.

IV. In plærisque ex hisce elementis *attractio* mutua habetur ad datam usque proximitatem, post quam *repulsio* incipit; hinc naturæ actio in aere, in luce, in materia subtili.

V. In aliis ex hisce elementis attractio, & repulsio *punctum* habent *æquilibrii*, aut æqualitatis: quum vero attractio, & repulsio æquales sunt, sese invicem elidunt, & habetur elementorum quies. Hinc corporum durities. Corpora fluida constant elementis sese perpetuo attrahentibus, & repellentibus, quin unquam ad proximitatis, aut distantiæ punctum pervenire possint, ubi alterutra ex his viribus alteram non superet. Corpora dura elementis constant, in quibus attractio, & repulsio æquilibrium obti-

tinent ad maximam inter hæc elementa proximitatem, nunquam tamen ad contactum. Elementa hæc simul mixta, quorum alia æquilibrium obtinent, alia nunquam inter vires attrahentem, & repellentem, corpora minus dura efficiunt.

VI. Elementa hæc inextensa facile in hoc systemate veram extensionem faciunt. Sit enm extensionis in vacuo, seu in spatio penetrabli sumptæ pollex cubicus. Hunc mente in partes divide decies centenas millenas, & plures, si lubet; & in quavis ex his partibus atomum inextensam auri colloca, aut marmoris, quas earum attractio non sinant magis ad cetera elementa accedere, habebis jam extensionis solidæ & impenetrabilis pollicem cubicum. Postremum punctum inextensum ad orientem situm distabit extensione unius pollicis a postremo puncto inextenso ad occidentem sito, & decies centena millia punctorum aureorum, sive marmoreorum inextensorum, aut plura, nulla in se extensione extensionem spatii, quod occupant, obtinebunt, quin sese tangant; neque in illud puncta alia similia collocari sinent.

57. NOTA. Systema hoc in Italia natum eo ferme tempore quo in Gallia pantomimi agere cœperunt, nimis sæculi indolem induisse videtur, & naturam universam comœdiam efficere delectare fortasse aptam, sane mentem instruere, & erudire ineptam. *Lex continuitatis*, qua systemati fundamentum adstruitur, & qua omnia in natura perpetuis augmentis, & decrementis fiunt, rigide ne demonstrata est ita universim sumpta, ut re ipsa sumitur? Quarenam corpus velocitate motum ut 100, illico eam totam amittere nequit, quin per omnes successive decrescentes gradus transeat a centum ad nullum usque? Quin si lex ista continuitatis ita rigide demonstrata esset, ut contenditur, cui nam fabulas persuadeas, quæ inde deducuntur? Systema suppo-

nens;

nens; aut probare ſtudens, bina elementa contigua in natura non dari, jam per ſe ipſum confutatum eſt; illudque ratio ejurat, dum ingenioſum illius inventum admiratur. Ægre credi poteſt, Carteſium unquam de ſuis *vorticibus*, atque *automatis* probe perſuaſum fuiſſe, Leibnitium de ſuis *monadibus*, Boſcovichium de ſua *incontiguitate*. Magni viri quaſi ſolatio ingenioſas fabulas condere delectantur, quas alii magni viri aliquando arripiunt, & ſolatii, aut ingenii exercendi cauſa tuentur: mediocri vero ingenio, ac tenui juditio homines amplectuntur, ſibi ſuadent, ac œſtro quodam veras prædicant.



§. II.

SENTENTIÆ DE DIVISIBILITATE INFINITA.

Schola peripatetica infinitam materiæ diviſibilitatem aſſeruit: ipſa in duas oppoſitas, & æquales claſſes diviſa fuit.

58. SENTENTIA I. Prima in quavis materiæ portione, puta in marmoris fragmento, in arenæ grano, in aquæ gutta, infinitas numero *veras* partes exiſtentes admiſit, ſeu partes actu invicem diſtinctas; nihil difficultatibus exterrita, quas infiniti abyſſus advehit.

59. SENTENTIA II. Altera in hac eadem materiæ portione partes numero infinitas *in potentia* admittit; ſeu partes, quæ in continuo partes actu non ſunt, nec actu invicem diſtinctæ, quæque non niſi vera, aut mentali diviſione partes re ipſa diſtinctæ fieri poſſunt. Porro hæc diviſio nunquam in infinitum effici poteſt. Hac ratione difficultates eludebat; quæ ab infinito partium numero in eodem toto deſcendunt.

Sectæ hæ duæ æmulæ in principiis conſen-

tientes, in iis, quæ ab his deducebant, discordes erant. Prima infinitæ divisibilitatis incommoda sentiebat, & quæ inde gravissima consequebantur ingenue fatebatur. Altera eadem infinitæ divisibilitatis incommoda sentiebat, & subdolo, ac puerili effugio utebatur ad difficultates inde emanantes eludendas. Illa philosophorum schola erat, hæc circulatorum.

Cartesius in materia *indefinitam divisibilitatem* admittit, seu divisibilitatem, cui nulli certi, & determinati limites assignari possunt. Facile est Cartesium cogere, ut æquivocationi renunciet, qua sese obvolvit. Vel enim in materia terminus est, ultra quem divisio in se ipsa non amplius possibilis est; & tunc divisibilitas terminos habet, & finita est; vel nullus terminus est, ultra quem divisibilitas in se ipsa possibilis esse desinat: & tunc divisibilitas nullos terminos habet; infinita est.

PROPOSITIO.

70. *Verosimile est, materiam divisibilem esse in infinitum.*

DEMONSTRATIO I. Jam ostendimus, materiæ elementa ad quamtumvis tenuitatem adducta supponantur, inextensa esse non posse (48) ergo re ipsa extensionem habent. Elementa extensa, vel ipsis Zenonistis fatentibus, duas saltem partes habent, quarum una non est altera: quare ergo altera sine altera existere requiret, aut ab altera separata? nequibunt fortasse partes hæ duæ a creatis agentibus sejungi, quum vi, aut instrumentis careant, quibus hæc separatio fieri possit; & cur a Deo, cujus potentiæ nihil resistit separari non poterunt, quum ipse ut agat satis est si velit: & cui minimum elementum æque ac maximum corpus subest?

DEMONSTRATIO II. Divisio corporis extensionem minuit, non omnino tollit: ergo post

omnem

omnem factam divisionem subsistit extensio corporis, ut corpus ipsum divisum. Extensio, Zenonistis ipsis fatentibus, necessario partium multiplicitatem dicit; ergo post omnem effectam divisionem extensio semper in elementis diversis perseverans duas saltem partes continet, quarum una non est altera; ergo altera ab altera separari potest. Ergo post omnem factam divisionem adhuc materia divisibilis est; ergo in infinitum divisibilis est.

DEMONSTRATIO III. Mathematici, qui ferme omnes infinitam materiæ divisibilitatem supponunt, & admittunt, pluribus mathematicis demonstrationibus ad illam statuendam utuntur. Unicam tantum, quæ omnium loco erit, nos afferemus. (*fig.* 1.)

Sint duæ parallelæ AB, CD, diagonalis indefinita AH in puncto A fixa secet semper dum movetur inferiorem parallelam CD. Si homuncio indefinitam diagonalem manu tenens æternum progrediatur per parallelam CD in infinitum productam; diagonalis hæc infinitum perget progredi a puncto G punctum E versus nova semper, ac nova tangens puncta lineæ GE quin unquam perveniat ad punctum E; ut enim ad punctum E perveniat, deberet diagonalis AH cadere supra parallelam AB. Ergo linea, seu spatium GE infinita puncta habet, quorum unum non ast aliud, quibus successive in infinitum diagonalis mobilis applicari potest; ergo linea, seu spatium GE divisibile est in infinitum; ergo materia quævis hoc spatium GE occupans divisibilis est in infinitum. Q. E. D.

61. COROLLARIUM I. *Minima materiæ portio spatium quodvis finitum ita implere potest, ut in hoc spatio vacua tantum, quantumvis minima assignentur, remaneant.*

DEMONSTRATIO. Manifeste hoc sequitur & a summa divisione, & ab infinita materiæ divisibilitate. Sit minimum arenæ granum, &

ſpatium vacuum cujuſcumque magnitudinis, puta pedis cubici, millies millium pedum cubicorum, totidem, quot ſolem inter, & ſtellas intercedunt.

I. Si ſpatium datum ſit pedis unius cubici, & nolis in hoc vacuum ullum eſſe majus decies centeſima milleſima lineæ parte; ſatis erit hoc arenæ granum in totidem partes diviſum eſſe, quot requiruntur, ut una in quavis decies centeſima milleſima hujus ſpatii parte collocetur. Porro diviſio hæc arenæ multo minor illa eſt, quam obſervationes a natura factam nobis oſtendunt (40, 41).

II. Si datum ſpatium decies centies millies pede cubico majus eſt, adhuc ſatis erit datum arenæ granum, ut iiſdem conditionibus ſatisfiat, dividere diviſione decies centies millies majori, quam præcedens fuerit; quæ diviſio adhuc multo minor illis eſt, quarum innumera exempla nobis natura ſuppeditat.

III. Si datum ſpatium univerſi ſpatium æquat, aut ſuperat; patet ſpatium hoc finitum puncta continere tantum numero finita inter ſe decies centeſimam milleſimam lineæ partem diſtantia, & hoc arenæ granum ut in omnia hæc puncta diſtribuatur, tantum finitam ſuarum partium diviſionem poſtulare; quæ diviſio adhuc in ſe ipſa poſſibilis eſt; ut jam oſtendimus.

62. COROLLARIUM II. *Quævis materiæ portio partes habet re ipſa diſtinctas infinities infinitas.*

DEMONSTRATIO I. Quum quævis materiæ portio in infinitum ſit diviſibilis, neceſſario partes infinitas habet, quarum una non eſt alia; nequit enim eſſe in infinitum diviſibilis quin partes infinitas habeat, quæ in infinitum aliæ ab aliis ſeparari poſſint.

II. Materiæ hujus pars dimidia, quarta, octava, decima ſexta, proportionalis pars quælibet & ipſa materia eſt; ergo pars iſta dimidia, quar-

quarta, octava, decima sexta, & ita porro in infinitum decrescendo, habent singulæ infinitas partes re ipsa distinctas.

III. Portio hæc materiæ partes habet infinitas, quarum quælibet materia est, & quarum quælibet partes infinitas continet re ipsa inter se distinctas; ergo in hac materiæ portione infinitæ partes sunt re ipsa inter se distinctæ. Q. E. D.

63. NOTA I. Keilius philosophus natione Anglus in sua *Introductione ad veram physicam* ostendit, quæ præcipue obiiciuntur contra infinitam divisibilitatem, quæque absurda censentur illi repugnantia, esse vera, ac maxime philosophica; videlicet.

I. *Quantitatem finitam quantitati infinitæ æqualem esse*. Propositio hæc vera est. Linea pollicem longa æqualis est punctis, quibus constat, numero infinitis. Propositionis hujus apparens absurdum ab æquivocatione procedit, qua extensio decrescens cum extensione fixa, & determinata confunditur. Absurdum est, extensionem hexapedæ unius hexapedarum infinitarum extensionem æquare; non vero absurdum est, unius hexapedæ extensionem æquare duas ejus dimidias partes, quatuor quartas, sexdecim decimas sextas, numerum demum quemcumque partium in infinitum decrescentium.

II. *Quantitatem finitam partes habere numero infinitas, & re ipsa distinctas*. Propositio vera est. Linea pollicem longa finita est; non enim infinitis pollicibus constat: attamen puncta infinita continet, quorum unum non est aliud.

III. *Infinita alia aliis majora fore*. Propositio vera est. Quamvis enim duo tota, magnum unum, parvum alterum æqualem habeant partium proportionalium numerum, puta partes dimidias, quartas, octavas, decimas sextas, atque ita porro in infinitum; æque evidenter verum est, verarum partium numerum orbem uni-

 ver-

versum componentium duplo majorem esse numero partium dimidium orbem componentium. Attamen uterque numerus æque infinitus est; æque enim *ἀδύνατον* est sive in toto, sive in dimidio ad terminum unquam pertingere, in quo partes non sint amplius dividendæ.

Apparens hujus propositionis absurdum procedit a falsis infiniti notionibus, quæ effinguntur infinitum natura, & essentia cum infinito numero confundendo. Definitur infinitum, *id, cui nihil addi potest, aut auferri*; sive *id quo nihil majus concipi potest*; Falsa est hæc definitio; si enim infinito essentia, nempe Deo, convenit; non item infinito numero convenit, de quo hic sermo. Infinitum numero partium definiendum est: *id, quod inexhaustum numerum habet*; sive *id, cujus partium numerus nullo finito numero exprimi potest*: quæ definitio æque majori, ac minori infinito convenit (*Met.*127).

64. NOTA II. Etsi vere victrices videantur rationes, quibus infinita materiæ divisibilitas probatur; non tamen propterea dubitationem omnem prorsus excludunt; mens enim obscuro infiniti barathro exterrita, certitudine caret quum luce caret. Lux quæ in probationibus affulgere incipit, ægre perseverat quum ad consectaria animus advertitur.

OBJECTIONES DILUENDÆ.

65. OBJECTIO I. Ratio præcipua, eaque unica validissima in puncta inextensa, & indivisibilia est corporum extensio, quæ ex inextensis gigni posse negatur. Atqui linea mathematica longitudine extensa non ne ex infinitis mathematicis punctis gignitur, quæ inextensa sunt; sicuti numerus ex unitatum collectione exurgit quarum nulla numeri proprietatem habet?

RESPONSIO. I. Æque *ἀδύνατον* est, lineam mathematicam longitudine extensam ex infini-

tis

tis punctis omni vera extensione carentibus gigni, ac rem existentem ab infinitis existentiæ negationibus, seu privationibus produci; aut ens intelligens ab infinitis intelligentiæ negationibus, seu privationibus. Quare linea mathematica longitudine extensa ex infinitis punctis progignitur, quæ singula infinite exiguam quaquaversum extensionem habent: a qua extensione in supputationibus præcisio fit. Hæc infinite exigua puncti mathematici extensio infinities in longum repetita lineam mathematicam efficit magis, minusque longam, latitudine infinite parva. Latitudo hæc lineæ mathematicæ infinite parva infinities repetita superficiem mathematicam efficit infinite minima profunditate. Infinite minima hæc profunditas infinities repetita soliditatem trium dimensionum efficit. Evidens est, nihil tale a punctis Zenonicis emergere posse, quæ neque magnam, neque parvam ullam extensionem habent; nihilum enim nihilo infinities additum nihil unquam neque in additione parit, neque in producto.

II. Unitas, quæ se sola numerum non efficit, quæque alteri unitati addita numerum efficit, nequaquam probat, puncta inextensa extensum efficere posse. Unitatem unitati addere est positivum positivo addere; quæ bina positiva sunt, seu numerus. Inextensum inextenso addere est privationem extensionis privationis extensionis addere, quæ duo evidenter duplicem extensionis privationem tantum efficiunt. Denominatio *numeri* est denominatio extrinseca, quæ unico individuo convenire nequit, & quæ pluribus individuis tribuitur; quin hæc ullam hisce individuis sive conjunctis, sive separatis intrinsecam proprietatem addat, aut auferat. Denominatio inextensi proprietatem subjecto intrinsecam exprimit negativam, quæ extensionem *formaliter* excludit; sicut inintellectivitas in saxo intellectivitatem ab illo *formaliter* excludit. Dicere, bi-

nas unitates numerum efficere; unicam unitatem numerum non efficere, est dicere, binas unitates bina individua efficere; unicam unitatem efficere unicum individuum; quæ recta sunt, & rationi consona. Dicere, punctum inextensum extensionem efficere non posse, duo vero puncta inextensa extensionem efficere posse, est dicere, saxum unum intellectivitate carens intelligentiam efficere non posse; posse vero saxa duo intellectivitate carentia ex eorum binis conjunctis inintellectivitatibus intelligentiam efficere: quod ineptissimum est, & maxime absurdum. (*).

66. OBJECTIO II. Sit auri malleo ducti bractea superficie lineæ unius quadratæ. Si materia in infinitum divisibilis est, potest Deus infini-

(*) Ratio formalis, propter quam *unitas* non est numerus, est defectus alterius unitatis sociæ, quem defectum tollis sociando priori unitati alteram unitatem, quæ est aliquid positivum prioris defectus exclusivum. Defectus enim tollitur per ens ipsius exclusivum: defectus societatis excluditur per meram accessionem entis socii. Ratio formalis, propter quam punctum Zenonicum est inextensum, est defectus extensionis intrinsecæ; quem defectum non tollit accessio alterius puncti eundem intrinsecæ extensionis defectum habentis; defectus enim non tollitur per alterum defectum; sed tantum per aliquid positivum ipsi oppositum. Sicut defectus pecuniæ in crumena non excluditur per alterum pucuniæ defectum, sed per solam pecuniæ accessionem; ita defectus extensionis in puncto Zenonico non excluditur per alterum extensionis defectum, sed per solam extensionis accessionem. *Nota ipsius auctoris ab ipso Latine apposita.*

finities bracteæ hujus profunditatem in tenuiores semper, ac tenuiores superficies dividere. Posset ergo iteratis divisionibus lineam hanc quadratam ita dividere, ut apta esset & universum hunc orbem, & millies centena millia orbium huic similium obtegere. Quod absurdum!

RESPONSIO. Minima hæc aureæ bracteæ portio post quamvis divisionem semper binas habet superficies, quarum una non est altera: non itaque absurdum est dicere, posse unam ab altera separari; & Deum iteratis divisionibus posse perpetuum ex illa involucrum facere, quo millies centena millia orbium involvantur.

Phantasia, animæ potentia, cujus munus est imagines effingere, exterretur aspectu divisionis veluti infinitæ, cujus modum non percipit, quam sequi nequit dum ultra producitur, quam denique pingere non valet; at *ratio*, animæ potentia judicans, atque ratiocinans, neutiquam exterretur quum videt, substantiam perpetuo divisibilem posse perpetuo dividi, a potentia, quæ omnia non repugnantia potest.

67. OBJECTIO III. Si materia in infinitum dividi potest, jam ita divisa supponatur. In hac hypothesi divisio in infinitum possibilis eo devenit, ubi non amplius possibilis est; evidenter enim *ἀδύνατον* est eam ultra infinitum producere. Ergo divisibilitas in infinitum manifestam involvit contradictionem, quæ eam chimæricam ostendit.

RESPONSIO. Divisio materiæ possibilis est in infinitum; nequit enim terminus ullus divisionis esse, ultra quem divisio protrahi nequeat. At vero ex infinita materiæ divisibilitate non sequitur, materiæ divisionem effectam esse posse, aut effectam supponi in infinitum; repugnat enim infinitam materiæ divisibilitatem ullo unquam numero divisionum exhauriri.

I. Nullus finitus divisionum numerus est, qui

quantitatem, seu numerum divisionum exprimere valeat, quas determinata materiæ portio admittere potest; ergo numerus divisionum possibilium in hac materiæ portione infinitus est; si enim infinitus non esset, numero finito illum æquante, aut excedente exprimi posset.

II. Repugnat infinitum, & inexhaustum divisionum possibilium numerum in materiæ portione finiri, & exhauriri: ergo materia in infinitum divisibilis nunquam in infinitum dividi potest; ergo infinita Dei potentia nunquam in materia ad postremam divisionem, quæ repugnat, pervenire potest; infinita enim Dei potentia ad ea non extenditur, quæ in se *ἀδυνάτα* sunt. (*Met.* 441.)

68. OBJECTIO IV. Si pollex marmoris cubicus infinitas re ipsa partes haberet, infinitam haberet extensionem; evidens enim est infinitum partium numerum, quarum minima extensionem habet, infinitam debere extensionem facere. Ponamus itaque millies centena millia harum partium requiri, quæ *minimam*, quæ haberi possit, extensionem habent, ad extensionem unius lineæ faciendam: evidens est, numerum hunc millies sumptum extensionem linearum mille effecturum: centies millies sumptum extensionem centum millium linearum effecturum: infinities sumptum extensionem infinitarum linearum, infinitam nempe effecturum. Si ergo pollex marmoris cubicus infinitas partes extensas haberet, quantumvis parvas, numerus hic infinitus partium extensarum pollici huic marmoris cubico infinitam quaquaversum extensionem tribueret. Quæ ergo manifesta absurda trahit infinita materiæ divisibilitas!

RESPONSIO. Evidens est, infinitum partium numerum magnitudine determinata, quantumvis minima supponatur hæc determinata magnitudo, extensionem effecturum infinitam; at falsum est pollici huic marmoris cubico numerum

ines-

inesse infinitum partium tali determinata magnitudine. Duplici modo error admittitur in hujus marmoris pollice, qui pro quacumque materiæ portione erit exemplo.

I. Erratur supponendo in hoc pollice marmoris cubico infinitas partes magnitudine determinata omnium minima, quæ esse possit. In hoc marmore pars nulla est, quæ concipi possit, quæ minimam possibilem extensionem habeat; pars hæc enim, quæ concipitur, adhuc duas dimidias partes habet, quatuor quartas; octo octavas, sexdecim decimas sextas, atque ita porro in infinitum; & partes hæ omnes necessario suo toto minores sunt. Non ergo pars est in materia, quæ *omnium minima* sit; non ergo in extensis materiæ partibus extensio est *omnium minima, quæ haberi possit.* Absurdum ergo est duplici hac hypothesi uti ad infinitam materiæ divisibilitatem impugnandam, cujus extensio, & partes in infinitum decrescere possunt, quin unquam decrementi terminus attingi, aut assignari possit. Partes hæ infinite parvæ materiæ certam, ac determinatam naturam habent; at certa, ac determinata earum natura est, eas esse divisibiles in infinitum.

II. Erratur censendo infinitum partium decrescentium numerum efficere debere extensionem infinitam. Sit extensio quævis, puta pollicis, quæ in infinitum per dimidia dividatur. Totum dabit 1; prima divisio $\frac{1}{2}$; altera $\frac{1}{4}$; sequentes $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$ .... $\frac{1}{\infty}$. Evidens est, infinitam partium harum proportionaliter decrescetium ($\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128} \ldots + \frac{1}{\infty}$) esse prorsus primo termino, æqualem, qui totum exprimit; ergo infinitus partium decrescentium numerus non dat magnitudinem infinitam, sed tantum finitam integræ

totius, cujus partes sunt, summæ æqualem. Ergo infinitus partium infinite parvarum numerus, quæ cubicum marmoris pollicem componunt, dare debet non extensionem infinitam, sed tantum extensionem extensioni cubici pollicis æqualem. Sicuti vero summa infinita, qua 1 æqualis est, sumi potest aut bis, aut decies centies millies, atque ita porro; ita infinitus partium numerus bis, centies, decies centies millies major numero infinito partium pollicem hunc marmoris cubicum componentium massam prorsus daret aut bis, aut centies, aut decies centies millies hoc pollice marmoris cubico majorem. (*Math.* 297.)

69. OBJECTIO V. Quidquid creatum est necessario finitum est; & infiniti creatio repugnat (*Met.* 479): non ergo Deus in materia infinitas numero partes creavit.

RESPONSIO. Quidquid creatum est necessario natura, perfectione, & extensione finitum, & limitatum est, non vero partium numero.

I. Repugnat, Deum substantiam creare natura, perfectione, extensione infinitam duplici præcipua ratione, quam tantum indicabimus: 1. quia repugnat, substantiam creatam, quæ semper concipitur necessario ulterioris perfectionis, & augmenti capax, eo devenire, ut non sit amplius perfectibilis; 2. quia repugnat, inexhaustas Dei divitias, quæ semper concipiuntur magis magisque in infinitum communicabiles, eo devenire, ut exhaustæ sint, nec ulterius communicari, & participari possint.

II. Non tamen repugnat ratione ulla, a Deo substantiam natura finitam creari, cujus limitatam naturam constituat partium numerus infinitus. Repugnat, corpus existere partes habens infinitas magnitudine determinata, puta, unius lineæ, aut lineæ partis decies centies millesimæ; infinita enim harum linearum, seu lineæ partium summa totum infinitum efficeret; quod

exi-

existere repugnat. Non tamen repugnat, corpus existere partes habens infinitas in infinitum decrescentes; infinita enim partium harum in infinitum decrescentium summa efficit tantum totum finitum; quod existere potest.

70. OBJECTIO VI. Nequit Deus infinita alicujus speciei, puta humanæ individua creare (*Met.* 479): ergo eadem ratione nequit in determinata materiæ portione infinitum partium numerum creare, quarum quælibet est veluti individuum ab quavis alia parte, seu a quovis alio individuo distinctum.

RESPONSIO. Repugnat, Deum creare homines numero infinitos; repugnat enim, infinitum, & inexhaustum hominum possibilium numerum finiri, & exhauriri; ac infinitam, & inexhaustam Dei potentiam in humana specie exhauriri. *Nulla* vero ratione repugnat, Deum determinatam materiæ portionem creare, quæ, ut ejus essentia postulat, partes habeat numero infinitas, quarum infinita summa inexhaustam Dei omnipotentiam non exhaurit; nec quidquam exhibet actioni creatrici illam attingenti oppositum.

I. Paritati objectæ disparitas manifesta præsto est illam enervans. Quum infinitus possibilium hominum numerus concipitur, evidenter concipitur, numerum hunc universum creari non posse; affirmandum ergo est, totam, atque expletam numeri hujus infiniti creationem repugnare. Contra vero; quum infinitus partium numerus in pollice marmoris cubico concipitur, facile intelligitur, infinitum harum partium numerum posse totum creari; affirmandum ergo est, infiniti hujus partium numeri creationem non repugnare. Primus numerus est infinita individuorum collectio, quorum omnium simul existentia infinitum creatum faceret; quod evidenter *ἀδύνατον* est. Alter numerus est infinita partium unius individui summa, quod vel

con-

continuum, vel divisum nihil unquam aliud est, quam id ipsum individuum, seu eadem natura, cujus existentia nihil repugnans præsefert.

II. Repugnat sane, Deum successive partes has creare, quarum infinitus numerus pollicem hunc marmoris cubicum efficit; nunquam enim infinitus hic, atque inexhaustus partium numerus exhauriri posset successive. Non tamen repugnat infinitam hanc partium summam, quæ finitam, & limitatam pollicis huius cubici marmoris naturam constituere debet, simul totam creari; neque enim repugnat, naturam finitam, & limitatam simul cum existentia unico momento temporis infinitum partium numerum necessario hanc existentiam constituentium accipere.

71. OBJECTIO VII. Si materia est in infinitum divisibilis, superficies unius pollicis infinita in longitudine puncta habet; quo posito a mobile tota sua longitudo percurri nequit, nisi mobile hoc successivis contactibus transeat per infinita puncta hanc longitudinem constituentia; si vero ita est, quum mobile hoc non nisi unicum punctum succussive tangere possit, necessaria illi erunt infinita instantia, ut lineam infinitis punctis constantem percurrat; ergo ad hanc superficiem percurrendam infinita temporis instantia necessaria erunt; hoc est æternitas. Ergo homo, aut globus bellicus, quacumque velocitate moveantur, nunquam pollicis unius extensionem percurrere poterunt.

NOTA. Celebre est hoc Zenonis argumentum, quo Diogeni motum dari non posse probare contendebat, Diogenes sophisma solvere nesciens, & implicatus, surrexit, inambulavit, & iterum sedit. Inambulans, motum dari posse adversario ostendit; fassus deinde, se sophismatis solutionem non invenire, hunc ipsum adversarium docebat, ob insolubilem difficultatem certam veritatem non esse reiiciendam. Si Zeno,

no, motum dari non posse tantum contendebat, ingeniosa, & victrix erat Diogenis responsio; si vero probare volebat, motum cum infinita materiæ divisibilitate, quam fortasse Diogenes admittebat, conciliari non posse, muta hujus responsio inepta, & nulla erat. Quidquid sit:

RESPONSIO. Tempus, sicuti materia, in infinitum divisibile est: hora enim infinitum in partes proportionales perpetuo decrescentes dividi potest; exempli gratia, in dimidias, in quartas, octavas, decimas sextas, quæ hac serie decrescente exprimentur. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$ .... $\frac{1}{\infty}$. Infinita horæ partium perpetuo decrescentium summa horæ prorsus æqualis est; & postremus seriei hujus decrescentis terminus infinities sumi debet, ut hora fiat. Minutum primum, secundum, tertium in partes quoque descrescentes numero infinitas divisibilia quoque sunt, quarum infinita summa minutum primum tantum efficiet, vel secundum, vel tertium.

His positis, facile est Zenonis objectionem refutare. Determinatum spatium, puta hexapeda, a mobili illud percurrente determinatum tempus postulat, puta minutum secundum. Punctum infinite parvum spatii hujus determinati infinite parvam determinati temporis, sive minuti secundi, partem postulabit. Ut totum spatium infinitis punctis infinite parvis constans percurratur, & quorum summa hexapedam æquat, requirentur ergo dumtaxat infinita instantia infinite parva, quorum infinita summa minutum secundum efficit. Non ergo infinita materiæ divisibilitas probat, motum dari non posse; sive infinitum tempus requiri ad finitum spatium percurrendum.

Ex hac infinitæ divisibilitatis theoria apparet, quibus tenebris humana mens obumbretur;

quo-

quoties ad infiniti naturam perscrutandam attolli audet in iis quoque, in quibus infinitum optime demonstratum videtur, & ubi infiniti natura minus videtur ejus vires excedere.

ARTICULUS QUARTUS.

INERTIA, ET LEGES PRIMITIVÆ MATERIÆ.

72. DEFINITIO. I. *Inertia materiæ* vocatur proprietas negativa, quæ materiam efficit substantiam pure passivam, ineptam a se, & natura sua actionem ullam habere, motum ullum, influxum, aut vim ullam agentem, aut resistentem; ita ut quidquid activitatis in natura materiali videmus necessario ut causam efficientem agnoscat aliquid aliud præter materiam, quæ ejus subjectum est.

Non tamen *inertiæ qualitas* cum *vi inertiæ*, (de qua alibi (286), est confundenda. Qualitas inertiæ in materia est proprietas negativa, & naturalis. Exprimit illa simplicem actionis intrinsecæ defectum, quæ a materia exoriatur: id exprimit, quod materia in se, & per se est. Vis inertiæ in materia proprietas est positiva, & accidentalis; exprimit illa quidquid vis agentis, aut resistentis libera Dei voluntas materiæ impertitur illam animans, & movens juxta quasdam certas leges.

73. DEFINITIO II. *Lex materiæ* in genere vocatur modus ille certus, & constans, quo actionem, qua animatur, recipit, servat, exercet, communicat, atque amittit. Exempli gratia; lex materiæ est, ut ipsa sine causa motum non recipiat; ut illum sine resistentia non amittat; ut illum juxta determinatas quasdam le-

leges communicet, atque transmittat; atque ita de reliquis.

II. *Leges primitivæ materiæ* vocantur illæ, quæ a nulla ulteriori causa, magisque generica pendent, & quæ plurimorum effectuum causæ sunt, qui effectus tamquam totidem peculiares leges censeri possunt. Exempli gratia, impulsio, & attractio leges duæ sunt generales, & primitivæ: sunt leges duæ generales; omnia enim corpora generatim afficiunt: Leges duæ primitivæ sunt; ab his enim pendent infiniti effectus, cujusmodi sunt mechanicæ, hydrostaticæ, gravitationis phænomena, ipsæ vero non nisi a primitiva Dei voluntate pendent, qui ut perpetuum in natura ordinem ab ipso statutum servet libere decrevit, corpora fore, ut datam actionem admittant, & data phænomena occasione impulsionis, & attractionis producant.

III. Inter primitivas naturæ leges; quæ a nulla alia lege pendent, & a quibus ceteræ omnes leges pendent, una est, quæ semper cognita fuit: impulsio scilicet. Altera est, quæ a sæculo tantum nota est: attractio scilicet; tertia adhuc parum nota est, fortasse nunquam notior fiet: est hæc Affinitas inter plurium corporum partes constituentes, & integrantes.

Peculiares impulsionis, & attractionis leges notæ sunt. Nos hic tantum physicum earum machinamentum indicabimus, alibi illud accurate explicaturi, & demonstraturi; attractionis scilicet in theoria astronomiæ physicæ, impulsionis vero in theoria motus. Peculiares affinitatis leges adhuc ignotæ sunt, nec unquam fortasse probe cognoscentur: hoc articulo, & peculiari paragrapho ostendemus qua ratione in plurima phænomena influant, quæ continenter præ oculis habemus, quæque nulli alii causæ genericæ, aut peculiari tribui possunt.



PARAGRAPHUS PRIMUS.

INERTIA MATERIÆ.

74. OBSERVATIO. Patet, in universa sensibili natura actionem haberi uniformem, regularem, certis, & immutabilibus legibus subjectam. At quænam est hujus naturæ actionis causa, & origo? Hoc non ita in aperto est.

I. Vulgus, quod ultra sensus nihil videt, nulla disquisitione judicat, corporum actionem nullam aliam originem, & causam efficientem habere præter occultam virtutem corporum.

Qui ita judicat, qui censet, exempli causa, cælestes orbes moveri, quia in se, & ex se virtutem se movendi habent; corpora terrestria ad terræ centrum gravitare, quia in se, & per se virtutem gravitantem habent; terram vegetantia, & fossilia producere, quia in se, & ex se virtutem habet illa producendi, perinde se habet, ac qui judicaret, indicem horologii circumagi, quia in se virtutem habet sese movendi, horas indicandi, tempus accarate dimetiendi nullius elaterii ope, quod motum suum producat, ac dirigat.

II. Philosophus, qui effectus cum causis non confundit, qui scit actionem materiæ non magis a materia ipsa procedere, quam indicis horologii actionem, a metallo, quo constat, in natura investigat quænam efficiens causa esse possit, a qua ejus diversi motus procedunt.

In duas diversas sententias hac in re abiit philosophia. Altera erat, naturæ actionis causam efficientem esse occultam materiæ virtutem: hanc tenebant Peripatetici: per hos dies hanc etiam tenet vulgus, & nonnulli Germani philosophi. Contendit altera naturæ actionis unicam causam efficientem esse permanentem Dei actio-

actionem, qui omnes materiæ, & naturæ partes perseveranter movet, atque animat juxta quasdam certas, & inconcussas leges ab ipso initio temporum libere statutas. Est hæc Cartesii sententia, Neutoni, & suorum sectatorum, eorum nempe omnium, qui per hos dies vere philosophi sunt.

III. Quare per Cartesium, atque Neutonum, ceterum æmulos, in hoc concordes materiæ propria est inertia absoluta, & omnimoda. Permanens Dei actio est omnium omnino materiæ motuum causa efficiens, tum omnium suarum partium, suorum principiorum, atque compositorum. Variæ materiales substantiæ sunt tantum *causa occasionalis*, nunquam *causa efficiens* mutuarum actionum, quas aliæ in alias exercent.

„ Suppono primo, inquit Volterius in suis „ philosophicis stromatibus, omnes consentire, „ materiam a se non moveri: motum ergo ali„ unde accipere debet; at non ex alia mate„ ria; hoc enim absurdum esset; causa ergo „ immaterialis debet motum hunc efficere. „ Deus est causa hæc immaterialis. Atque hic „ probe animadvertendum est, vulgare illud a„ xioma: *Ad Deum in philosophia confugiendum* „ *non esse*, in iis tantum non valere, quæ per „ proximas causas physicas explicanda sunt. E„ xempli causa quum explicare velim, qua ra„ tione quatuor pondo cum unius pondo æqui„ libretur, si dicam, Deum ita statuisse, insi„ pienter dicam; at recte quæstionem solvam „ dicens, hoc ideo esse quia unius pondo qua„ ter magis ab hypomoclio distat, quam qua„ tuor pondo.

„ Non ita se res habet in primis rerum prin„ cipiis. Tunc ad Deum non confugere insi„ pientis est. Nam aut Deus non est, aut non „ nisi in Deo prima principia sunt. Ipse est, „ qui planetis vim indidit, qua ab occasu in

or-

,, ortum feruntur. Ipse est, qui illos, & solem
,, in axe rotat. Omnibus corporibus legem in-
,, didit, qua ad suum centrum tendunt. Tan-
,, dem animalia condidit, quibus vim activam
,, tribuit, qua motum pariunt".

75. ASERTIO I. *Materia inertiam habet natura sua intime inhaerentem; intimam habet & radicalem ineptitudinem ad motum, & ad actionem sibi tribuendam.*

DEMONSTRATIO. Tum experientia, tum ratione constat, materiam potentiam esse pure passivam, aptam quidem actionem, & motum recipere, ineptam illum sibi indere intima, & propria virtute.

I. Experientia materiae inertiam ostendit; marmor enim, argilla, aurum, argentum, ferrum, lignum in eodem loco, eademque positione immota perseverant, donec ab extrinseca causa non removeantur. Ergo hae substantiae, quas ubique, & semper videmus actione, & motu carere, quandiu ab extrinsecis causis non impellantur, in se, & ex se nullum intimum habent motus, & actionis principium. Ergo actio omnis, ut motus, quem in his substantiis detegimus, actio est, & motus ab extrinseca causa, quaecumque sit, illis impressus.

Ergo, judicio analogico, aliae omnes materiales substantiae illis similes ne ipsae quidem per se principium ullum intimum actionis, & motus habent. Quae vero materiales substantiae illis similes non sunt praesertim in passim recepta sententia materiae natura homogeneae, & tantum massa, & figura in omnibus corporum speciebus diversitatem obtinentis? (143).

II. Ratio quoque materiae inertiam demonstrat. Quantumvis enim athei, & materialistae viribus omnibus conati sint materiae intimam actionem tribuere, qua Dei naturae auctoris, & motoris actione non indigerent, nunquam nisi absurda systemata excogitarunt, quae omnibus,

quas

quas habemus materiæ notionibus opponuntur.

Quæcumque materiæ idea habeatur, semper ipsa concipitur ut substantia cæca, & passiva, ad actionem, & ad actionis defectum indifferens, ad motum, & ad quietem, apta omnes motus, & figuræ modificationes admittere, at ullam sibi ex se indere inepta. Si ergo de rebus ex ideis, quas earum habemus, judicium ferri debet, nempe ex præcipuo cognitionum omnium nostrarum principio (*Met.* 154); ex materiæ quas habemus ideis constat, illam actione, & motu natura sua carere; concipitur enim, & existit actione, motuque carens; constat, illam non habere per accidens motum, & actionem intima naturæ suæ exigentia; ceterum fieri posset, ut marmoris frustum, aut quercus truncus a quiete vi sua ad motum transirent, aut a motu sisterent, quum moventur; quod sane affirmare, aut cogitare absurdum esset.

III. Alibi monuimus, atque ostendimus in metaphysica experientia, & ratione duce, materiam natura sua cogitationis, & sensus incapacem esse (*Met.* 473): materiam in quiete, aut in motu positam ineptam esse de se & ut causam efficientem motum in alia materia producere (*Met.* 552). Hic jam ostendimus materiam essentia sua motu non gaudere, neque per accidens motum accipere, aut sibi indere per se, aut sibi intrinseca virtute. Quare materia a se actionem ullam nec habet, nec habere potest: substantia pure passiva est inepta sibi actionem, aut motum gignere, apta tamen illum admittere; & cui natura propria est intima, & radicalis inertia. Q. E. D.

76. ASSERTIO II. *Actionis naturam in tellure, & in cælis animantis necessario causa efficiens est permanens Dei actio.*

DEMONSTRATIO. Evidens est in visibili natura immensam haberi, & permanentem motus summam; at quænam est ejus causa, & origo?

I. Cer-

I. Certum eſt, motum, quo terræ facies continenter renovatur, ac naturam animat in animali, vegetabili, & foſſili regno cauſam efficientem non agnoſcere neque materiam, qua hic globus conſtat, neque aliam vel ſimilem, vel diſſimilem; ex præcedenti enim aſſertione materia nihil ex ſe habet, niſi omnimodam inertiam, & ineptitudinem ad ſe, aut aliud quidpiam movendum. Ergo motus terreſtrem orbem animantis principium, & cauſa efficiens eſſe nequit, niſi permanens Dei actio.

Quænam enim cauſa niſi infinite potens, & intelligens producere poſſet quovis inſtanti in orbe, quem incolimus nullo exceſſu, nulloque defectu præciſum gradum, & convenientem actionis qualitatem, quam perpetuo natura in omnibus ſuis partibus poſtulat; exempli gratia, præciſum actionis gradum potentiæ mechanicæ convenientem, cujus vis variabilis indeſinenter creſcit, & decreſcit, ut ejus vectes, quos ipſa non metitur; præciſum actionis gradum cuique terreſtri corpori convenientem, cujus vis gravitans creſcit ab æquatore ad polos, a polis ad æquatorem decreſcit, ad terræ centrum accedendo augetur, recedendo minuitur ſemper in duplicata inverſa ratione ſuæ a centro terræ diſtantiæ, quam ipſa non cognoſcit; præciſum gradum, & ipſam actionis qualitatem, a qua exurgit perfectum elementorum æquilibrium, ſolidorum, & fluidorum harmonicus conflictus, germinum explicatio, omnium vegetantium ortus, & augmentum, perpetua naturæ renovatio: quæ omnia myſteria ſunt, in quibus profundiora, & acutiora ingenia nihil intelligunt?

II. Certum eſt, lunam circa tellurem ſeſe convertentem, planetas, & cometas circa ſolem revolutos habere ſingulos in quovis ſuarum curvarum ellipticarum puncto motum projectilem ſemper in ratione inverſa diſtantiarum planetæ a ſuo centro motus; motum centripetam ſem-

per

per in ratione duplicata inversa distantiarum ab eodem centro motus; motum centrifugum semper in ratione triplicata inversa distantiarum ab eodem centro motus; sicuti explicabimus, & demonstrabimus in theoria legum Kepleri (1273, 1298). Quæ vero alia potentia nisi Divina potest quovis temporis instanti ad certas, & immutabiles leges producere, & variare immensam hanc in planetis, & cometis summam motus? Quænam intelligentia, nisi infinita Dei optimi maximi, perpetuo, & indeficienter noscere, & determinare potest ipsam augmenti, & decrementi quantitatem, quam quovis momento habere debent motus hi perpetuo variabiles juxta diversas leges ad quemvis errantem globum ducendum, & in semitam cuique statuta retinendum, a qua nullus recedit, nisi quatenus id postulant immutabiles leges, quibus subiicitur (1307)? Certum ergo, & evidens est, motum, quo natura & in cælis, & in tellure animatur, nullam aliam agnoscere, aut agnoscere posse causam efficientem præter permanentem Dei actionem. Q. E. D.

Causa physica.

77. **OBSERVATIO**. **Etsi substantiæ materiales non sint mutuarum actionum, quas in se invicem exercent, causæ efficientes, sed tantum occasionales; sunt tamen *vera causa physica* suorum effectuum; neque enim minus vere horum effectuum existentiam determinant, ac si eorum vera causa efficiens essent. Exempli gratia, globus A, quem in globum B coniicio, est tantum causa occasionalis motus, qui in ictus instante oritur in globo B. At motus hic in globo percusso exortus non minus re ipsa, & physice existentiam suam debet globo percutienti, ac si hic ejus esset vera causa efficiens; Deus enim, qui motum non producit, nisi ex conditionibus**

ab ipso positis, & ex legibus ab ipso statutis, motum in globo B sine globi A ictu non produxisset.

Hæc itaque ratio est, quare physici de absoluta materiæ inertia consentientes passim ex *occasionali causalitate causam physicam* vocant substantiam omnem, quæ occasionem præbet existentiæ alicujus effectus aut in se, aut in alia substantia; quæcumque tandem hujus effectus occasio sit, sive impulsio, sive attractio, sive affinitas. Inter causas physicas

I. *Causa peculiaris* vocatur actio solitaria, quæ solitarium effectum tantum producit. Hujusmodi est ictus globi in alium, vel hominis nisus onus attollentis.

II. *Causa generalis* vocatur actio communis, quæ cuivis corpori convenit, aut convenire potest, & a qua plures effectus species oriuntur. Hujusmodi est impulsio in genere, quæ innumerorum diversæ speciei effectuum occasio est, & quæ a nulla corporum specie aliena est. Hujusmodi quoque est attractio in genere: hæc corpora omnia afficit, & innumera in natura parit phænomena. Hujusmodi, & affinitas est: nullum corpus est, quod peculiarem ad aliquam corporum speciem attractionem non habeat.

III. *Causa primitiva* dicuntur effectus generici, qui perseveranter in natura observantur, & quibus nulla alia causa assignari potest, a qua existant. Exempli causa; mutua omnium corporum inter se tendentia est effectus genericus, cui nulla ulterior causa assignari potest: effectus hic, sive hæc tendentia est causa primitiva in natura; ita quoque si natura datur fluidum aliquod movens, cujus munus sit terrestria, aut cælestia corpora excitare suo impulsu, quin alius quivis impulsus, vel causa alia ulla motum fluidi hujus pepererit: effectus hic sine causa, motus hic principium, fluidum hoc agens, & ad

actio-

actionem excitandam ordinatum erit causa primitiva in natura.

IV. Actionis causarum peculiarum ratio redditur ex generalium, & primitivarum causarum influxu; harum vero ratio non redditur nisi ex Dei voluntate, qui libere has leges, hunc rerum ordinem statuit; ita enim illi placuit. Physicæ igitur studium, & munus est observare, ac detegere quibus legibus mutuæ diversarum substantiarum materialium actiones exerceantur, ut effectum observatione ad quasdam causas generales ascendamus, quæ naturam omnem ad agendum excitant, & quarum nulla alia ratio reddi possit, præter liberam Dei voluntatem, qui hunc, & non alium ordinem in natura esse decrevit.

V. Phænomenorum observatione constat, tres dari causas generales, & primitivas, nempe impulsionem, attractionem, & affinitatem. Primas duas sequenti paragrapho explicabimus; tertia postremo paragrapho pertractabitur.



§. II.

IMPULSIO, ET ATTRACTIO.

I. *Lex impulsionis*.

78. DEFINITIO. Impulsio est ictus corporis in corpus. Impulsio igitur & actionem corporis percutientis includit, quæ ut causa consideratur, & motum in corpore percusso productum, qui consideratur ut effectus. Impulsio evidenter causa generalis est, & primitiva naturæ; etsi non satis cognoscatur quænam materia sit, quæ primi motoris munus gerit. Satis verosimile videtur, fluidum igneum esse præcipuum agens primitivum naturæ in orbe nostro in phe-

nomenis, quæ a naturali impulsione procedunt.

679. Primitiva, & generalis omnium naturæ effectuum causa Cartesio *impulsio* est, a qua omnia omnino universi phænomena deducit. Si ab ipso petas quare marmor corpus durum sit, respondet, hanc *duritiem* a partium contiguarum quiete procedere effecta ab ambientis fluidi, & ejus elementa invicem prementis impulsione. Si ab ipso petas quare aqua fluida sit; respondet, *fluiditatem* hanc oriri a fluidi impulsione aquæ elementis interpositi, & ea tantum invicem removere conantis, quantum fluidum ambiens ea invicem jungere conatur. Si ab ipso petas quare globus tibi e manu dilapsus ad terræ centrum tendat; respondet, *gravitationem* hanc produci ab ambientis fluidi impulsione, quod fortius urgens ejus hemisphærium superius ad terræ centrum illum propellit. Si petas quare planetæ curvas describant circa solem; respondet, *motum* hunc a fluidi impulsione progigni, cui innatant, & a quo illis imprimitur simul, & motus centrifugus, & motus centripeta, a quibus curva resultat, quam describunt. Si petas quare hi iidem planetæ ab occasu in ortum ferantur, & non contra, aut a borea in austrum, aut contra; respondet, corpora hæc cælestia *hac directione* ferri potius, quam alia, ex impulsione, & directione fluidi, cui innatant. Si petas quare hoc fluidum, quod iners est, hanc in se impulsionem habeat, & directionem, respondet hanc non a natura sua, sed a Dei libera voluntate habere. Si tandem petas, quare Deus hanc impressionem, & directionem imprimere voluerit, potius, quam aliam, fluido universum orbem ad motum excitanti; respondet, hac quæstione a *causis physicis* inquirendis ad *causas finales* investigandas transitum fieri; postremum terminum in physicarum causarum inquisitione esse primitivam impulsionem libere a Deo decretam; Deum vero hanc impulsionis de-

legem libere decrevisse unice quia voluit, & quia ita oportunum esse vidit ad magnificos fines suos in naturæ formatione, & conservatione adimplendos.

Certum omnino est, impulsionem esse generalem, & primitivam naturæ legem. Eam dari innumera phænomena ostendunt. At vero unica ne naturæ lex impulsio est, ita ut omnia cælestia, ac terrestria phænomena ab hac tantum lege procedant? nequaquam. Videbimus, hanc legem se sola ad plurima phænomena explicanda imparem esse; adeoque leges alias illi adiiciendas esse.

II. *Lex attractionis.*

80. OBSERVATIO. Per Neutonum præter causam primitivam a Cartesio assignatam, *impulsionem* scilicet, alia primitiva causa in natura est illi socianda, nempe *attractio*; adeo ut causæ hæ duæ primitivæ invicem independentes tandem in Dei voluntatem resolvantur, qui utramque libere decrevit, ut vel alternis, vel simul universæ naturæ magna mobilia sint. Cartesius in suo erroneo pleni systemate (1384) omnia phænomena sola impulsione explicare se posse putavit. Neutonus post immensum vacuum a se demonstratum in planetarum, & cometarum regione, inter solem, & stellas (1399), ostendit quoque impulsionem ad magna phænomena explicanda imparem esse, & legi impulsionis necessario attractionis legem esse adiiciendam.

At quid est attractio hæc Neutoniana, cujus vel nomen nonnullos, qui sibi philosophi nomen arrogant, ad iram concitat? Est ne residuum quoddam, aut novum germen *qualitatum occultarum*, quas immortalis Cartesius a philosophico regno eliminavit? si nobis noster honor curæ est, hanc de magno Neutono dementiam suspi-

cari caveamus. Qualitates occultæ peripateticorum erant *entia factitia*, *&* *indefinibilia*; quarum idea nulla habebatur; quasque futilis philosophia excuderat, ut inscitiam celaret, & inania, & sensu carentia verba pro rationibus venditaret. Attractio Neutoniana, si datur, nihil cum hisce somniis commune habet. Et modo nitidam, & dilucidam ejus notionem: in universo astronomiæ physicæ tractatu, quo hoc opus concludetur, illam re ipsa dari certissimis & inconcussis rationibus demonstrabimus.

81. DEFINITIO. Attractio, si datur, est motus a Deo impressus corporibus simul existentibus, quo corpora hæc æque in vacuo, ac in pleno nullo extrinsecæ materiæ impulsu sibi invicem muto accedere tendunt. Vis corporis attractiva semper est suæ massæ, seu quantitati particularum illud componentium proportionalis; illæ vero omnes attractivæ sunt.

Duorum corporum quorumcunque simultanea existentia, puta solis, & terræ, ad datam quamvis inter se distantiam in immenso vacuo positorum est ipsa causa occasionalis mutuæ eorum attractionis, seu mutuæ ad se invicem tendentiæ. Motus, quo bina hæc corpora a Deo mota reciproce], & perseveranter tendunt invicem accedere, est ipsa eorum attractio. Cæcutiat oportet, qui in tam claris, ac perspicuis ideis quidpiam peripateticas occultas nec definiendas, nec concipiendas qualitates sapiens suspicetur.

Generalis attractio dari potest.

82. ASSERTIO. *Reciproca*, *&* *generalis attractio inter omnia corpora*, *ut a nobis definita est*, *dari potest* (*fig.* 3).

DEMONSTRATIO. Sint globi duo A, & B, quos duplex impulsio facere potest, ut invicem accedant punctum C versus.

I. In

I. In principiis impulsionis globi duo A, & B alter alterum versus non moventur nisi Dei actione cujusvis motus causa efficiente (76): nec Dei actione moventur, nisi quia Deus libere decrevit generatim initio temporum, in binis hisce orbibus *occasione duplicis hujus impulsionis* motum producere, quo alter in alterum ferantur. Atqui evidens est, potuisse æque Deum decernere initio temporum *occasione simplicis eorum simultaneæ existentiæ*, & nullius impulsionis auxilio in binis hisce globis motum producere, quo alter in alterum ferantur; porro postremus iste motus attractio est; ergo attractio inter binos hos globos sive in vacuo, sive in pleno evidenter haberi potest.

II. Sicuti evidens est, potuisse Deum inter binos hos globos A, & B attractionis motum permanentem decernere, atque statuere, cujus occasio tantum fuerit simplex eorum sive in pleno, sive in vacuo simultanea existentia; evidens quoque est, similem quoque attractionis motum decernere, ac statuere potuisse inter omnia materiæ elementa, nulla alia occasionali causa, præter horum elementorum sive in vacuo, sive in pleno simultaneam existentiam. Ergo evidenter fieri potest, ut omnia materiæ elementa per immensa spatia aut simul collecta, aut diffusa ad sese mutuo tendant occasione simplicis eorum simultaneæ existentiæ; ergo mutua, & generalis omnium materiæ elementorum attractio evidenter haberi potest. Q. E. D.

Harum duarum legum discrimen.

83. OBSERVATIO. Impulsio, & attractio magna duo naturæ mobilia sunt, & causæ duæ physicæ, a quibus primitus universa naturæ phænomena procedunt. Lex impulsionis innumeris phænomenis, quæ ob oculos habemus, palam fit: in theoria motus ejus peculiares Canones

determinabimus. Lex attractionis æque certa est & inconcussa; at non nisi ex cælestibus phænomenis certissime demonstrari potest, in quibus ipsa sola vinculum est, & veluti anima permanentis totius mundi harmoniæ. Cogimur itaque toto hoc opere magni principii physici influxum supponere, quod non nisi ad operis calcem apte explicatum, & solide demonstratum esse potest. Inter attractionis & impulsionis leges maximum discrimen intercedit quod apte cognoscere, & observare peroportunum est.

I. *Vis impulsiva*, quæ non nisi occasione, & vi conctatus agit, aut agere potest, constans est & invariabilis; semper est productum massæ in velocitatem.

II. *Vis attractiva*, quæ sine contactu agit ad quamvis datam distantiam, pro distantiis varia est: semper eadem quum distantia eadem est; at crescens, vel decrescens in duplicata inversa distantiarum ratione quum distantiæ mutantur. Exempli causa: (*fig.* 3).

Sit corpus A, quod in vacuo, aut in pleno trahat vi ut 1 corpus B pedem unum distans. Hoc idem corpus A ad distantiam C semipedis traheret corpus B vi ut 4; ad distantiam quartæ partis in F hoc idem corpus A traheret corpus B vi ut 16.

At ad distantiam pedum duorum in D hoc idem corpus A non traheret B nisi vi ut $\frac{1}{4}$, ad distantiam trium pedum vi ut $\frac{1}{9}$; ad quatuor pedum, vi ut $\frac{1}{16}$; ad decem pedum, vi ut $\frac{1}{100}$; atque ita porro in infinitum. Idem contingit in corpore B respectu corporis A, quod a B, & ipsum trahitur dum trahit.

Brevis attractionis theoria.

84. OBSERVATIO. En tibi brevibus verbis notionem mutuæ, & generalis attractionis ex magni Neutoni inventis, & demonstrationibus.

I. *Corpora omnino omnia solida, liquida, fluida mutuam invicem vim attrahentem exercent.* Exempli causa: sol tellurem, tellus solem trahit (1411).

II. *Vis ista attrahens mutua semper est massis trahentibus proportionalis*; adeo ut si mutua attractio inter duo corpora exerceatur, quorum unius massa sit alterius decupla; vis attrahens primi ad alterum erit decupla vis hujus alterius ad primum; adeo quoque, ut si vi attrahenti, qua cientur, corpora hæc obtemperarent, corpus decuplo minus, & decuplo magis attractum decies magis accedet, dum majus non nisi spatio ut unum ad minus accedet.

III. *Vis hæc attrahens corporis cujusque augetur, aut minuitur in duplicata inversa suæ distantiæ ratione a corpore attracto*; exempli gratia: sit attractio præsens solis in tellurem ut 1. Si telluris a sole distantia dimidio minor fieret, actio hujus astri attrahens quadruplo major fieret. Si distantia telluris duplo major fieret, actio solis attrahens quadruplo minor fieret, quam modo sit. Atque ita de reliquis.

Hæ sunt celebres attractionis leges ab immortali Neutono detectæ, & demonstratæ, quas ex illo in astronomia physica demonstrabimus (1407); floci facientes effœtos jam illas quorumdam conatus, qui se risu dignos efficiunt, dum alios irridere non verentur.

Indigna scommata, & præpostera ratiocinia, quibus in Gallia petita fuerunt Neutoni inventa, inquit celebris, quidam auctor (*), grave

(*) Volterius.

ve dedecus nationi parerent, si qui illa protulerunt philosophiæ dedecus non essent.



§ . III.

LEX AFFINITATIS.

85. DEFINITIO. I. A*Ffinitas* a chemicis vocatur tendentia, quam corporum partes integrantes, aut constituentes habent altera ad alteram; & vis, quæ eas invicem adhærere facit. Innumeris experimentis constat, tendentiam hanc, & vim hanc re ipsa existere; quæcumque earum causa sit, quam brevi investigabimus. Affinitas chemica simplex est, aut complexa.

86. DEFINITIO II. *Affinitas est simplex* quum aut inter ejusdem corporis partes integrantes exercetur; qua ratione mercurii partes sese invicem trahunt; aut inter duorum diversorum corporum partes integrantes. Hac ratione integrantes aquæ partes salis marini integrantes partes attrahunt, quas solvunt, & solutas tenent.

87. DEFINITIO III. *Affinitas est complexa* quum duæ diversæ substantiæ inter se mutua affinitate, aut tendentia conjunctæ alicui alteri substantiæ speciei junguntur. Contingere potest.

I. Substantias duas affinitate conjunctas adhuc tertiæ, quartæ, quintæ substantiarum speciei conjungi ex affinitate, quam habebant, & quam adhuc novis hisce substantiis habent. Hac ratione aqua sale marino satura potest adhuc saccharo, nitro, aliis salibus, aliisque corporibus jungi, quibus ut jungatur natura comparata est.

II. Substantias duas, quæ sejunctæ nullam sen-

sensibilem cum tertia substantia affinitatem habent, conjunctas manifestam huic tertiae substantiae affinitatem obtinere. Hac ratione acidum nitrosum, & acidum marinum, quae sejuncta nullam in aurum vim habent, simul conjuncta aurum solvunt ex affinitate quam ratione conjunctionis cum hoc metallo nanciscuntur.

III. Substantias duas affinitate conjunctas hanc affinitatem amittere si cum tertia misceantur, quae alterutri ex his principiis conjungitur, & alterum separari cogit. Hac ratione si post solutas aliquot argenti bracteas in aqua forti in hac dissolutione aliquae ponantur cupri bracteae, aqua fortis cupro jungitur, quod solvit, & ab argento separatur, quod ad vasis fundum praecipitatur. Hinc ortae praecipitationem chemicae.

Dantur affinitates chemicae.

88. OBSERVATIO. In natura vel invito sese obiiciunt *affinitates*, & *peculiares* inter quaedam corpora *attractiones*, quae ab universalis impulsionis, & attractionis legibus proficisci non videntur. Eas physicorum, & chemicorum celeberrimi dari noverunt.

I. Nonnulli has affinitates, aut peculiares attractiones esse tantum censuerunt totidem peculiares materiae proprietates, quarum nulla alia ratio reddi posset, nisi talem esse ejus naturam. Porro hoc est iterum qualitates occultas in philosophiam invehere; & materiae intelligentiam, actionem, virtutem tribuere ejus naturae repugnantem. (75, 76).

II. Alii haec phaenomena ad communes attractionis, & impulsionis leges adducere conati sunt, quibus conatibus eas tantum ad intentum ineptas ostenderunt. Datur in natura impulsio; & ejus actio innumeris naturae phenomenis nihil

hil commune habere poteſt; ut quamprimum oſtendemus. Attractio generalis, quæ ſemper in omnibus corporibus indiſcriminatim eſt in directa maſſarum ratione, & in duplicata inverſa diſtantiarum (84), præclaram in cælis ſedem habet; at in terris riſum excitat, ſi illi phænomena tribuantur, quæ ad ipſam nulla ratione pertinent.

III. Potior numerus variæ affinitatis phęnomena *peculiari attractionis legi* tribuit inter quaſdam corporum ſpecies; quæ lex ſaltem ex parte a generali attractione in directa maſſarum ratione, & in duplicata inverſa diſtantiarum diſtincta, & diverſa eſt. En tibi quam hujus cauſæ notionem tibi parare poſſis.

Attractionum peculiarium notio.

89. OBSERVATIO. Sentiunt phyſicorum, & chemicorum celeberrimi hac noſtra ætate, Deum, qui præſentem naturæ ordinem ſtatuit, qui plura & varia affinitatis phænomena permanenter haberi voluit, procul dubio decreviſſe initio temporum, corpora analoga in contactu, aut ad punctum contactus mutuam invicem tendentiam habitura; atque eo majorem fore, quo perfectior erit elementorum analogia, & contiguitas.

Quare in hac hypotheſi duo materiæ elementa ſeſe in puncto contactus mutuo attrahunt, ſive, ſi contigua ſint, magis, minuſque adhærent non ex vi ipſis intima, neque ex vi ullius impulſionis, qua aliud in aliud feratur, non ex vi legis generalis attractionis univerſa indiſcriminatim corpora afficientis; ſed ex vi primitivæ Dei voluntatis, qui decrevit, corpora magis, minuſque analoga hanc tendentiam habere unice quum ſeſe contingunt, aut quum contactui omnino proxima ſunt.

Po-

Peculiares attractiones haberi possunt.

90. HYPOTHESIS. *Deus qui attractionis legem statuit distantiarum diversitatem respicientis, potuit ne attractionis legem statuere elementorum diversitatem respicientis?* (*fig.* 4.).

EXPLICATIO. Deus qui decrevit, elementum M fortius attrahere elementum N sibi proximius elemento A magis remoto, nonne æque decernere potuit, ad distantiam infinite minimam, & in puncto contactus tantum idem elementum M validius attrahere in quacumque proportione elementum N sibi simile, quam elementum R sibi dissimile?

Evidens est, hac in re nihil esse repugnans: ponamus re ipsa ita esse. Ex hac hypothesi, quę est tantum nova genericę attractionis legis modificatio, plurimorum naturæ phænomenorum explicatio descendet, quorum nulla alia ratio reddi posse videtur. In hac hypothesi, cujus solida fundamenta toto hoc paragrapho proponentur, lex attractionis semper massis proportionalis, in suis varietatibus ad duas tantum diversas modificationes reduceretur.

I. Ad agendum in ratione duplicata inversa distantiarum respectu elementorum quorumcumque, sive contigua sint, sive non sint. Hæc est *generalis attractionis lex* universim, & indiscriminatim corpora omnia, & distantias omnes afficiens.

II. Ad agendum respectu quorundam elementorum magis analogorum tantum in puncto contactus, aut quum contigua sunt, alia proportione adhuc ignota, apta tamen præcedentem attractionem in his analogis elementis aut contiguis, aut contiguitati proximis in immensum augere. Esset hæc *peculiaris attractionis lex* ad quaśdam corporum inter se analogorum species

contracta in casu tantum contiguitatis, aut infinite minimæ distantiæ.

Harum legum prima, generalis scilicet attractionis lex certissime causa physica est tendentiæ corporum quorumcumque ad quædam communia centra; gravitationis planetarum, & cometarum in solem; gravitationis satellitum Saturni, aut Jovis in planetam primarium; lunæ, & terrestium corporum in telluris centrum. (1441.)

Harum legum altera, seu peculiaris attractionis lex, esse posset causa physica peculiaris, & validæ quorundam elementorum in alia sibi analoga tendentiæ tantum in casu contiguitatis, aut maxime proximitatis. Exempli causa: cervisiæ lagenæ operculum demo: & statim liquor spumans extra lagenam erumpit contra quam naturalis ejus gravitatio postulat. Undenam hoc phænomenon, nisi ex peculiari, & manifesta attractione inter aeris, & quasdam hujus liquoris moleculas eo ipso instante, quo species hæ analogæ, & sympaticæ contiguæ fiunt, & libere sese attrahere possunt? At paragraphi hujus decursu patebit, frustra huic phænomeno, & innumeris aliis similibus aliam causam assignandam inquiri.

Attractionum peculiarium causa efficiens.

91. COROLLARIUM. Supposita specialis attractionis lege, cujus hactenus notionem dedimus, *peculiaris quorundam analogorum corporum mutua tendentia causa efficiens est Dei actio*, qui ex lege ab ipso lata, & ex ordine ab ipso statuto motum hunc imprimit analogis corporibus occasione simultaneæ ipsorum existentiæ; ipsorum analogiæ, & contiguitatis, seu maximæ proximitatis. Quare ut rerum omnium simplices & nitidæ definitiones habeantur.

I. Peculiaris hæc tendentia quorundam elemen-

mentorum infinite invicem promixorum est motus a Deo unica universæ motus causæ efficiente illis impressus. (76).

II. Hujus motus causa occasionalis juxta primitivam, & permanentem Dei voluntatem est simultanea elementorum corpora hæc magis minusque analoga constituentium existentia, & maxima proximitas. Quum proximitas in contiguitatem versa est, motum tendentia perseverat, & adhæsionem, aut resistentiam separationi parit. Quo perfectiores sunt analogia, & contiguitas, eo major & tendentia est, & adhæsio ab hac tendentia resultans.

92. OBJECTIO. Peculiaris attractio, seu affinitas corporum commentum videtur ad ea phænomena explicanda excogitatum, quorum causa ignoratur; aut saltem qualitatibus occultis peripateticis affinis est. Ceterum quid esse potest hæc elementorum sese mutuo attrahendorum analogia? profecto hoc nullo pacto explicari potest.

RESPONSIO. Affinitas, quam in natura cum doctissimis chemicis supponimus, innumeris phænomenis demonstratur, quæ non nisi huic causæ tribui possunt; ut sequentibus Observationibus, & experimentis ostendemus. Quare lex ista affinitatis, ut impulsionis, & gravitationis leges, ex effectibus demonstratur. Si aliæ probationes requiruntur ad ostendendum, leges has commentitias non esse, nihil jam in physica certum, ac statutum est.

II. Evidens est, nihil occultum, nihil obscurum esse in causæ, ac naturæ affinitatum definitione a nobis tradita. Quare peculiaris, & mutua quorumdam corporum tendentia nihil cum occultis peripateticorum qualitatibus commune habet: illæ enim nec definiri, nec concipi poterant.

Quum de generali attractione fusius agemus, nonnullas futiles difficultates diluemus (1422) illi

illi cum peculiari attractione, de qua hic tantum quæstio, communes.

III. Quandoquidem in se ipsis primigenia corporum elementa observare nequimus, quorum infinita tenuitas vel perfectissimorum microscopiorum vim eludit; determinare non licet quænam elementorum analogorum figura, aut qualitas sit, aut eorum, quorum in puncto contactus affinitas est. At non propterea minus manifestum est, elementa esse, quæ majorem aliis inter se analogiam, & affinitatem habent.

Admodum verosimile est, elementa omnino similia, & homogenea inter se omnia magnam habere affinitatem: hinc guttarum aquæ, & exiguarum mercurii partium mutua attractio; at quædam homogenea elementa quoque magnam diversæ naturæ elementis affinitatem habere; hinc attractio aquæ, & salium; aeris & aquæ, quam in vapores elevat, & plurium liquorum, quos dissipat, & absorbet. Mutua hæc relatio, ac elementorum homogeneorum, aut heterogeneorum convenientia id est, quod nos *analogiam* dicimus: quacumque & figura, & magnitudo, & qualitas sit, unde inter illa hæc convenientia nascitur.

PROPOSITIO GENERALIS.

93. *Innumeris phænomenis constat, in natura peculiares affinitates, & attractiones dari, quæ apte explicari nequeunt, nisi in hypothesi peculiaris attractionis legis inter quosdam elementorum species in puncto contactus, aut quum contigua sunt; ergo lex hæc attractionis datur.*

EXPLICATIO. Ne præpropere, & temere cedas, amice lector, instinctui cuidam, qui contra philosophicam veritatem animum irritat, quam non nisi postquam pluribus annis reiicere, & refellere frustra studuerimus, tandem admittimus.

* In generali propositione hanc philosophicam veritatem continente, si antecedens verum est, patet, consequentiam certam esse, & indubitatam; quævis enim causa ex effectibus demonstratur. Antecedentis itaque veritas tantum est perpendenda.

Omnia ferme physicæ, & chemicæ phænomena validissimas peculiarium affinitatum, sive attractionum probationes suppeditant, quæ affinitates, sive attractiones a legibus impulsionis, & generalis attractionis non pendent. Inter hæc phænomena præstantiora, & ad veritatem, de qua agimus, comprobandam aptiora sceligemus.

PROBATIO PRIMA.

Phenomena attractionis aquæ.

94. DESCRIPTIO. *Aqua* perpurgata est fluidum diaphanum, incomprimibile, sensile, & palpabile, maxime fusile, & volatile, natura immutabile, & indesticibile, colore, odore, sapore, elasticitate destitutum. Hujus elementi partes integrantes invicte omnibus chemiæ conatibus illas decomponere studentibus obstiterunt: probat hoc, aquam unum esse ex simplicissimis naturæ corporibus, nisi quoque sit omnium simplicissimum. Sed ex sua diversis substantiis affinitate raro perfecte purum invenitur: quum vero impurum est, chemica distillatione, aut evaporatione extranea corpora, uti quosdam arenas, & quosdam sales ab illo separare potest.

95. ASSERTIO. *Aqua peculiarem vim attractivam a generalis attractionis lege independentem habere videtur.* Binis experimentis hæc assertio comprobabitur.

96. EXPERIMENTUM I. Postquam aliquandiu abjetis frustum aquæ immersum fuerit, filo illud bilanci suspende, & opposito pondere æqui-

æquilibra: illi inferius vas aqua plenum admove ita, ut aqua abjetis extremum attingat.

Videbis primo, abjetem aquæ immergi, & non jam juxta hydrostaticæ leges leviorem fieri, imo vero graviorem pondere, cum quo prius in æquilibrio erat. Taillorus, qui primus hoc experimentum fecit, granorum 50 pondere indiguit ed æquilibrium restituendum. Videbis deinde, lente abjetis frustum elevando aquam cum ipso attolli ad notabilem altitudinem; & inter aquæ superficiem, & ligni extremitatem exiguam columnam effici, quæ suspensa perseverat. Duo iidem effectus æque magis, minusque contingunt, quum abjetis loco aliud solidum corpus, uti quercus, ferrum, argentum, usurpatur.

EXPLICATIO. Cuinam vi bini isti effectus tribuantur, nisi *peculiari attractioni* hinc inter aquæ elementa, & abjetis inde elementa, sive abjetis elementa aqua imbuta?

I. *Materia vorticosa* Cartesianorum, illustris illa fabula, quæ mille modis sese ipsam destruit, quamque alibi omnino confutabimus, hic omnino fabulosa esse deprehenditur. 1. Materia vorticosa nequit aquam in columnam attollere ad basim abjetis elevati. Quum ipsa per Cartesianos sit gravitatis causa, deberet simul & peculiarem tendentiam deorsum habere, ut gravitatem producere, & peculiarem tendentiam sursum, ut hanc aquæ elevationem efficeret. 2. Materia vorticosa nequit simul & lignum in aquam demergere, & aquam supra superficiem attollere pro mensura immersionis ligni: hic quoque duplici opposita actione indigeret, altera, qua elevaret, altera qua deprimeret.

II. *Attractio generalis* massis proportionalis, & in duplicata inversa ratione distantiarum nequit in duobus hisce corporibus telluris superficiei proximis motum ullum sensibilem producere, quo unum in alterum feratur; uti ex ipsa at-

attractionis theoria constat, & ut Neutoniani ipsi consentiunt. Si ergo attractio quidpiam in duo hæc phænomena influit, quod minime dubitandum, patet, attractionem hanc esse *legem peculiarem* diversas elementorum species in puncto contactus respicientem.

Celebris Abbas Sigorgnius sublimis ille, & profundus magni Neutoni interpres cum Neutono fatetur, attractionem in directa massarum ratione, & in duplicata inversa distantiarum ad innumera naturæ phænomena explicanda non sufficere. Quare supponit, attractionem in omnia indiscriminatim corpora agere in duplicata inversa distantiarum ratione, & in triplicata inversa, quum distantia est infinite minima. Verum hoc virium augmentum in attractione quum omnes æque corporum species afficiat, nequit ullo pacto pluribus affinitatis, aut peculiaris attractionis phænomenis satisfacere, quæ ubique in natura observantur, & quibus unice esset necessaria.

97. EXPERIMENTUM II. Aquæ gutta in plano marmoreo, aut æreo, aut ligneo sandaracha illito horizontali superficiem suam ad libellam, quam liquida affectant, non dilatat, sed formam ferme spæricam sumit. (*Fig.* 5.).

EXPLICATIO. Unde nam huic aquæ guttæ figura spærica, quam affectat, obvenire potest, nisi a mutua peculiari suarum partium attractione, quæ eam a communibus hydrostaticæ legibus eximit, qua liquida superiores superficies habent ad libellam compositas? Pressio aeris, aut materiæ subtilis nequit ullo pacto in hoc phænomenon influere; fluida hæc enim æqualibus viribus quaquaversum agunt; & pressiones laterales *m d*, *n b* quum a verticalibus *c a* destruantur, elementa hujus guttæ ad suam peculiarem tantum actionem adducuntur, qua elementa *d b c* descendere deberent in *r s*, & omnia ad libellam componi, si generalem tantum

ad

ad centrum terræ tendentiam haberent. Atqui ad peculiare guttæ quam efformant, centrum tendentiam habent; ergo hujus ad peculiare hoc centrum tendentiæ causa esse debet peculiaris attractio inter hæc elementa.

Ex eadem causa oritur guttarum pluviæ, & roris figura spærica; tum duarum guttarum aquæ contiguarum in unam coeuntium aliquanto minus sphæricam.

98. NOTA I. Exiguæ mercurii portiones sphæricam perfectiorem figuram adhuc induunt, quam aquæ guttæ, sive quod mercurius quum ferme quaterdecies aqua densior sit, majori attractione polleat ratione majoris summæ, & majoris suorum elementorum contiguitatis; sive quod, quum minorem affinitatem habeat mercurius corporibus, quibus insistit, actio attractiva minus in mercurio, quam in aqua destruatur attractione opposita substantiarum, a quibus sustinetur.

99. NOTA II. Pes aquæ cubicus lente, & guttatim tabulæ horizontali, aut labro affusus figuram sphæricam, ut aquæ gutta solitaria non induit, nec induere debet. Porro est tibi diversitatis hujus rationem (*fig.* 5).

I. Quodvis elementum *a b c d* unius aquæ guttæ duplicem attractionem habet; alteram tendentiæ, aut gravitationis ad centrum terræ; alteram tendentiæ ad elementa contigua, aut proxima. Ex prima attractione a *lege generali* orta omnia hujus guttæ elementa tendunt æqualem distantiam *r s* obtinere a centro terræ: ex altera attractione ex *peculiari lege* orta eadem hæc elementa tendunt se statuere contigua ad æqualem distantiam a centro communi *x* in hac ipsa aquæ gutta sumpto. Prima attractio in alteram colluctatur, & eam destruere nititur. At quum prima attractio semper massis proportionalis in exigua aquæ gutta minima sit; adeo infirma est, ut maxima ex parte ab altera attra-

tractione vincatur, quæ maxima est ratione maximæ omnium partium proximitatis. Hæc itaque altera attractio, a qua sphærica figura oriri debet magis, minusque effectum obtinet; & aquæ gutta magis, minusque perfecte sphærica est.

II. Si modo supponamus, duas alias aquæ guttas in *m*, & *n*; binæ hæc guttæ propria attractione attrahent altera elementum *d* versus *m*, altera elementum *b* versus *n*. Elementorum *d*, & *b* tendentia ad centrum guttæ *a b c d*, erit igitur divisa, & imminuta; & elementa *c* vi gravitationis, quæ non amplius idem obstaculum vincendum habet, descendent in superficiem inferiorem *m n*. Quare magnum aquæ volumen superficiem sphæricam induere non debet; in magno si quidem aquæ volumine communis gravitatio massæ proportionalis ubique peculiarem attractionem vincit guttarum inter se. Quum guttæ remotæ *m*, & *n* immediatam inter se contiguitatem habere nequeant, & *attractio peculiaris* pendeat a contiguitate, aut saltem a maxima proximitate; mutua guttarum vis attractiva non augetur, nec augeri debet in proportione massæ. In magna aquæ massa gravitatio generalis, quæ in attractionem peculiarem colluctatur debet igitur totum hujus effectum suarum virium excessu sensibiliter elidere. Idem iisdem rationibus in magna mercurii, aut alius liquidi massa contingit.

100. NOTA III. Peculiaris hæc attractio massis attrahentibus proportionalis est quatenus contiguis, non vero quatenus non contiguis. Ratio est quia vis hæc attractiva a contiguitate pendet. Quare frustum abjectis in primo præcedente experimento attrahetur vi ut 1, si a superficie aquæ tangitur ut 1; attrahetur vi ut 10 si tangitur a superficie aquæ decies majore. Verum pars hujus massæ aquæ, quæ contactum non habet, sive diversam latitudinem, sive di-

versam habeat profunditatem, nullam vim attractivam in abjetem exercet; desunt enim conditiones, a quibus ejus actio pendet.

PROBATIO ALTERA.

Dissolutionum chemicarum phænomena.

101. DEFINITIO. *Dissolutio corporum* est operatio, qua partes corporis integrantes conjunguntur, & commiscentur integrantibus alterius corporis, & natura diversi partibus; ita ut hæc conjunctio, & commixtio novum compositum pariat, quod aliquid habet ex duodus corporibus altero ab altero dissolutis.

Ex hac definitione apparet, simplicem partium corporis integrantium divisionem, aut separationem non esse dissolutionem. Aurum ignis actione liquefactum, fusum est, non dissolutum. Ut aurum dissolutum sit, debent ejus partes integrantes alterius corporis integrantibus partibus commisceri, puta mercurii, aut aquæ regiæ.

Etsi in dissolutione duo illa corpora, unde novum compositum resultat, mutuo ad dissolutionem concurrant; *dissolvens* vocatur corpus, cujus partes integrantes disjunctæ jam sunt, & fluidæ ante dissolutionem; & *dissolutum* vocatur corpus, cujus partes non nisi actu ipso dissolutionis, aut commixtionis duorum corporum disjunguntur.

I. *Salium Dissolutio.*

102. DESCRIPTIO. Præcipuæ, & distinctivæ cujusque substantiæ proprietates, quæ Salina habenda sit, sunt sapor, solubilitas in aqua, gravitas, & fixitas inter aquam, & terram puram media. Hujusmodi est sal commune, & saccharum.

In-

Inter ferme infinitam corporum multitudinem, in quibus salinæ proprietates observantur, detectum est, plurima esse substantia per se salina, & alia, aut aliis pluribus per se non salinis composita. Porro ex hac observatione illustris Sthalius omnium chemicorum celeberrimus, & profundissimus suspicatus est, *unicum* in natura *principium salinum* esse, quod innumeris modis modificatur ex commixtione cum innumeris substantiis non salinis: principium hoc salinum unicum esse *acidum vitriolicum* omnium salinorum principiorum maxime activum, & immutabile: hoc vero esse tantum commixtionem principiorum aquei, & terrei intime conjunctorum.

103. EXPERIMENTUM. Tres vitreos scyphos aqua pura fontana ad duas tertias partes imple: primo sal marinum infunde, alteri saccharum, tertio nitrum.

EFFECTUS. Aqua tres has salium species in particulas adeo tenues, & imperceptibiles dividit, atque dissolvit, ut ea neque exquisitissimi microscopii ope videri possint]; si itaque postquam tres salium species aquæ commixtæ sunt, in qua palato deprehenduntur, microscopio supponatur gutta ab uno ex his tribus scyphis, quicumque is sit, non nisi liquor videtur.

I. Aqua dissolutam tenet salis fere quartam sui ponderis partem; qua soluta vis ejus exhausta est; novum vero sal marinum, quod addatur, ad fundum in massa concreta remanet, nec dissolvitur. Hic est saturationis terminus. Ebulliens nihil ferme magis, quam frigida dissolvit.

II. Multo majorem sacchari copiam aqua dissolutam tenet; multo serius igitur, quam cum sale marino, cum saccharo ad saturationem pervenit.

III. Frigida determinatam nitri quantitatem dissolvit: postea ad saturationem pervenit, nec amplius dissolvit. Ebulliens multo majorem nitri quantitatem dissolvit; postea iterum ad sa-

turationem pervenit, nec amplius nitrum dissolvit.

IV. Aqua sale marino satura adhuc alios sales dissolvere potest, uti saccharum, & nitrum: ejus actio in unam salis speciem exhausta adhuc igitur ad alios sales dissolvendos vim habet.

104. ASSERTIO. *Salium dissolutio unice a lege affinitatis, sive peculiaris attractionis inter aquam, & sales pendere videtur.*

DEMONSTRATIO. Sal marinum, quod hic nobis communi exemplo erit, aqua gravius primum in massa, & sub forma concreta ad vasis fundum præcipitatur. Quomodo vero per universam aquæ massam usque ad summam superficiem ascendit? Videmus primo hic de magno phænomeno agi, quod duas superficiei orbis nostri tertias partes respicit; hæ siquidem salsa maris aqua obtectæ sunt.

I. Sal hoc ad vasis fundum depositum a *materia vorticosa* actione nec dissolvitur, nec exaltatur. Quum hæc per Cartesianos firmitatis; & gravitatis causa sit, quomodo esset eorundem corporum divisionis, & exaltationis causa? Hoc esset duplicem omnino oppositam vim causæ huic fabulosæ tribuere.

II. Neque ex *generali attractione* omnibus corporibus communi sal hoc dissolvitur, & exaltatur. Quævis enim vis attractiva inter sal, & aquam ad punctum contactus supponatur, quum hæc attractio corpora omnia indiscriminatim afficiat, potest unice tendere ad ea indiscriminatim magis inter se jungenda: debet tantum aquam cum sale, quod tangit, conjungere, non autem disjungere, & per totam aquæ massam salis hujus moleculas dispergere.

III. Neque simplici ignis, aut caloris actione dissolvitur, & exaltatur; thermometrum enim in aquam fontanam immersum quum sal dissolvendum infunditur, non ascendit. Actio igitur caloris, quæ extra aquam illud non dissolvit, ne-

neque intra aquam, ubi major non eſt, non diſſolvit.

IV. Neque aquæ pondere, & gravitatione ſal hoc diſſolvitur. I. Quomodo aquæ pondus, & gravitatio ſalis molecularum *ſeparationem* efficeret? Etſi aquæ elementa tamquam parvi cunei effingantur, quia corporis dividendi elementis ſeſe inſinuent; cunei hi vi impulſiva, aut attractiva indigent, quæ illas valide inter corporis dividendi elementa infigat. Porro vis hæc quid aliud eſſe poteſt præter vim peculiaris attractionis inter exiguos hos aquæ cuneos, & ſalis dividendi moleculas? Aquæ ſuperioris pondus æque contra moleculas dividendas luctatur, ac contra hos cuneos, a quibus diviſio facienda eſt: hoc ergo aquæ pondus nihil agere poteſt in ſalis diſſolutione. Ceterum hoc aquæ pondus, aut vis alia quævis generalis, quæ in aqua effingatur, molecularum ceræ ſeparationem efficere facilius, & citius deberet, quam ſalis in cryſtalla concreti, illud enim corpus eſt ſale mollius. Hoc tamen experientiæ contrarium eſt. II. Quomodo deinde aquæ gravitatio ſalis molecularum exaltationem efficeret? Fruſtra ſalis moleculas in tenuiſſimas partes diviſas ſupponemus: quum ſint hæ partes integrantes corporis aqua denſioris, & gravioris gravitatis exceſſum ſupra aquam ſervare debent, niſi in particulas multo tenujores primitivis aquæ moleculis diviſæ ſint. At vero qua ratione poſſet aqua in particulas ſuis moleculis tenujores ſalium moleculas dividere? evidens eſt, aquæ moleculas corpus dividere non poſſe, niſi ſe in ejus poros, & conjunctas partes inſinuent; aquæ vero moleculas in ſalis moleculæ partes ſeſe intrudere non poſſe, quæ illis magnitudine æqualis non eſſet; nequit enim hæc ſalis molecula poros habere, in quos aquæ moleculæ illi æquales, aut illa majores ingredi poſſent.

105. CONCLUSIO. Videtur igitur ſalis maſ-

sa in aqua deposita *dissolvi*, & insensiles particulas *exaltari* non posse, nisi *attractione* aut affinitate inter salis, & aquæ elementa intercedente.

Sal primo in aquam delapsum contiguam aquam attrahit, & ab ipsa attrahitur. Aqua sali contigua peculiari vi sua attractiva salis, in ejus poros violenter inseritur; exiguas ejus moleculas dividit, ac separat: his particulis divisis, & a massa separatis se saturat.

Aquæ stratum huic aquæ salinis particulis saturatæ proximum ipsum quoque vim omnem suam attractivam in salinas particulas exercet ab inferiori strato attractas, & exaltatas: his igitur ipsa quoque saturatur; atque ita sale spolians stratum sali contiguum, illi vim suam attractivam restituit, & aptam reddit salis massam iterum dissolvere, & attrahere.

Strata itaque aquea salinis particulis satura continenter a remotioribus aquæ stratis suo sale spoliantur, quæ nondum ex sale quidpiam facultatis attractivæ amiserunt: hanc vero vim totam in salinas proximi strati particulas exercent, quod partem jam attractivæ suæ facultatis amisit quantitati salis attracti proportionalem.

Aquæ stratum igitur salis adhuc dissolvendo proximum perpetuo sale, quod attrahit, spoliatum, & perpetuo suam attractionem pro sale sibi contiguo recuperans pergit continenter salis moleculas dividere, & absorbere, donec universa aquæ massa omnino saturata sit. Q. E. D.

106. NOTA. Quum aqua eam salis quantitatem, quam appetit, attraxit, & hausit, & omnem vim suam illius attractivam consumpsit, sal superfluum in fundo vasis concretum remanet, nec amplius dissolvitut, nisi nova aquæ quantitas infundatur, quæ ad dissolutionem explendam sufficiat. Sal sua in aqua disolutione naturam non mutat: quævis ejus molecula uni, aut pluribus aquæ moleculis conjuncta eandem,

quam

quam in tota maſſa obtinebat, ſalis naturam ſervat. Sal igitur hac operatione dividitur, non decomponitur: in partes ſuas integrantes dividitur, nulla in partibus conſtituentibus mutatione.

107. NOTA II. Aqua ſale ſatura, & a ſale ſuperfluo, quod diſſolvere non potuit, ſeparata, ſal omne, quo imbuta eſt, particulis ſuis adhærens retinet. At ſi aqua hæc evaporetur; qua ratione aqua minuitur, ſal, quo aqua evaporans ſatura erat, in cryſtalla convertitur, & ſucceſſive ad fundum vaſis in exiguas maſſas ſimiles, & regulares collectum præcipitatur. Quum vero evaporatio omnino expleta eſt; totum ſal, quod antea diſſolverat, & exaltaverat ad fundum vaſis invenitur in ſimilia, & regularia cryſtalla coacervatum.

108. NOTA III. Aqua *diſſolventis* munus gerit cum pluribus aliis corporibus: penetrat ſcilicet partes eorum integrantes, eaſque ſejungit, ac ſeparat, earumque ſæpius vincula, & conjunctionem diſtringit. Hac ratione terras, ſales, plantarum ſuccos dividit; partibus his diviſis imbuitur, eaſque diviſas retinet donec vi pollet, qua earum conjunctionem impedire poſſit. Hujus aquæ proprietatis, quam ſæpius aeris, & ignis actio admodum augere poteſt, præcipua cauſa ſæpius eſt affinitas, aut attractio inter aquam, & ſubſtantias ab ipſa penetratas intercedens. Quum ipſa ſubſtantias has attrahat & ab iis viciſſim attrahatur, facile intelligitur qua ratione earum elementis inſeratur quum a validiore vi non detinetur; & qua ratione diſſoluta detineat earum elementa donec vis ejus attractiva ſatura, & exauſta non ſit.

109. NOTA IV. Vis hæc attractiva, & diſſolvens efficit, ut fere nunquam aqua pura ſit, & fere ſemper extraneas ſubſtantias diſſolutas ſibi commixtas habeat.

I. Quum ſupra ſalis maſſas in terræ ſinu con-

tentas fluit, successive eas dissolvit, earum moleculis imbuitur, & *fontes salsos* efficit.

II. In terræ superficie, & in intimis visceribus fluens aqua terreas, gypseas, seleniticas particulas evellit, atque ebibit; & *aquas duras*, seu *crudas* efficit.

III. Per varias fodinas fluens particulas aqua evellit volatiles, sulphureas, salinas, metallicas, quas dissolutas tenet; & *fontes thermales* efficit variis facultatibus præditos pro principiorum, quæ continent, diversitate.

Aliæ dissolutionum species.

110. ASSERTIO. Aliæ dissolutionum species æque ac salium dissolutio, unice ab affinitatis, seu peculiaris attractionis lege inter partes integrantes corporum, quæ dissolvuntur, proficisci videntur.

Assertio hæc tantum nonnullorum experimentorum explicatione probabitur, quorum phænomena ab eadem causa varie modificata semper procedunt.

111. EXPERIMENTUM I. Exiguum nummum cupreum in scypho vitreo depone. Huic *aquæ fortis*, quæ est acidum nitri a suo alkali separatum, ferme unciam affunde.

EFFECTUS. Illico in scypho sensibilis effervescentia fit, & ebullitio. Liquor magna vi sese cupri partibus inferit, ejusque partes dividit & exaltat. Incalescit, & in viridem vaporem attollitur; & tandem totus nummus evanuit; ejusque moleculæ divisæ dissolutæ sunt in aqua forti, quam colore tingunt.

Eosdem ferme dissolutionis effectus in ferro, in plumbo, in metallis omnibus, dempto auro, & platina, quæ non atterit, aqua fortis operatur. Si cum nummo cupreo nummus aureus in scypho ponatur, cupreum dissolvitur, aureum illæsum perseverat.

112. EX-

112. EXPLICATIO. Aquæ fortis elementa, quæ totidem veluti exigua spicula, seu cunei acuti admodum censeri possunt, magna vi in cupri poros, & moleculas feruntur, quæ successive a massa avelluntur, ut liquoris moleculis illas attingentis, atterentis, secernentis, absorbentis conjungantur.

I. Cuinam causæ valida hæc actio tribuatur, quæ partes ita adhærentes sejungit, nisi peculiari attractioni, quæ inter cupri, & acidi nitrosi elementa datur, quæque magna vi hæc elementa analoga alia in alia fert, & quæ mutuo partium conflictu calorem in harum substantiarum inflammabili parte excitat?

II. Ex nulla alia causa horum phænomenorum ratio reddi potest; quod facile ostenderetur ad hoc ineptas demonstrando materiam vorticosam, attractionem generalem, aeris actionem, aut caloris, qui effectus potius est, quam causa; probabile ergo est, causam a nobis assignatam veram esse. Q. E. D.

113. EXPERIMENTUM II. In alio vitreo scypho aut exiguum nummum aureum, aut auri bracteolas depone, cui semunciam *aquæ regiæ* affunde, quæ acidi nitrosi, & marini mixtura est.

EFFECTUS. Aquæ regiæ moleculæ veluti totidem exigua spicula magna vi auri poros intrant, ejus elementa dividunt, ipsis junguntur, & in tota aquæ regiæ massa ea dissoluta detinent.

114. EXPLICATIO. Hujus auri per aquam regiam dissolutionis causa esse nequit, nisi *peculiaris attractio* inter auri, & aquæ regiæ elementa. Quum causæ aliæ omnes tum ad hoc, quum ad alia omnia dissolutionum phænomena explicanda ineptæ sint, verosimillimum est, eorum veram causam physicam esse a nobis assignatam.

115. NOTA. At vero quare aqua fortis, quæ se sola argentum dissolvit, non æque se sola au-

aurum dissolvit? Quare deinde aqua regia, quæ aurum solvit, non item argentum solvit? Quamnam mutationem pro duplici hoc phænomeno efficere potest acidi nitrosi cum marino commixtio?

116. EXPLICATIO I. Physici nonnulli ut duplex hoc phænomenon explicarent ad diversos horum metallorum poros confugerunt, quos in argento aquæ fortis moleculæ invaderent non item in auro, quos contra in auro *aqua regia*, non item in argento disiiceret. Porro omni ex parte prava, & inepta est hæc explicatio. Siquidem:

I. Supposita hac pororum diversitate, concipimus ne qua ratione auri pori acidi nitrosi moleculis inaccessi, accessibiles fiant, quum aliis moleculis conjunctæ, & commixtæ erunt, quæ illarum naturam non immutant? Hoc idem ferme mihi videtur, ac si dicerent, ensem evaginatum datum foramen ingredi non posse, in quod vaginæ inclusus, aut alii corpori ejus massam & figuram non immutanti ingredi poterit. In dissolutionibus enim integrantes dissolutorum corporum partes primigeniam naturam, adeoque propriam massam, ac figuram servant.

II. Si contendant, a dissolutione majorem fieri in partibus commixtis divisionem, intelligitur ne qua ratione argenti pori moleculis acidi nitrosi accessibiles fiant hisce ipsis moleculis inaccessi, quum ex mixtione cum acido marino magis attenuatæ fuerint, a quo sejungi possunt ut in hos poros irruant?

III. Quæcumque in duobus hisce metallis divisio, quicumque pori, quæcumque figura supponatur, intelligitur ne *sine affinitatis*, *& attractionis lege* qua ratione fluidum, quod quiescens, & immobile esse deberet, magna vi in poros, & in horum metallorum partes solide adhærentes incurrat: qua ratione partes hæ invicem separentur, undequaque dispergantur per uni-

universam dissolventis massam, & ad saturationis usque terminum omnibus hujus dissolventis moleculis conjunguntur? Inanis igitur est hæc explicatio.

117. EXPLICATIO II. En tibi aliam itaque horum phænomenorum explicationem.

I. Acidum nitrosum, sive *aqua fortis* argentum dissolvit, non aurum; hujus enim acidi moleculæ aptæ utriusque metalli poros pervadere argenti moleculis, non auri affinitatem habent. Ab argento igitur, non ab auro attrahi debent.

II. Acidum nitrosum marino, aut *aqua regia* commixtum aurum dissolvit, non argentum; acidi enim nitrosi moleculæ acidi marini moleculis commixtæ, atque conjunctæ nova tota conficiunt a solitariis principiis constituentibus diversa, quæ auri elementis affinitatem habent, argenti elementis non item. Quod acidi nitrosi moleculæ acidi marini moleculis conjunctæ sint, non propterea argenti poros invadere ineptæ sunt: si enim ab acidi marini moleculis sejungerentur, possent, ut ante commixtionem, in eosdem argenti poros irruere, & penetrare. An hæ acicidi nitrosi moleculæ ad illas acidi marini attractionem habent, quæ earum ad argentum attractionem enervat, & destruit, & ad aurum attractionem parit? Non amplius igitur ab argento, sed ab auro attrahi debent.

III. *Præcipitationes Chemicæ.*

118. DEFINITIO. *Præcipitatio chemica* operatio est, qua corpora duo dissoluta alterius corporis ministerio separantur, cujus proprietas est, ut alterutri conjungatur, & alterum ab eo, cui jungitur, separari cogat. *Præcipitans* vocatur corpus, cujus ope conjunctorum corporum separatio fit. *Præcipitatum* dicitur corpus illud, quod a corpore, cui adhærebat, sejunctum

præcipitanti non adhæret, & passim in fundo vasis, in quo fit operatio, deponitur. Ex hac definitione sequitur,

I. Nullam præcipitationem fieri posse nisi, ex affinitate præcipitantis præcipitati affinitatem substantiæ, a qua separatur, longe excedente. Mira hæc proprietas, quam substantiæ quædam habent alias ita separandi, etsi intime conjunctæ sint, plurium phænomenorum tum in chemia, tum in universa physica insignium vera causa est. Exempli causa, nunquam acidum salis marini, & plurimarum aliarum substantiarum innotuisset sine validiorum acidorum ministerio, quæ facultate pollent illa a suo alkali separandi, quod eorum veluti involucrum, & basis est, cui veluti natura infixa sunt.

II. Præcipitationem nullam dari, nisi nova præcipitantis cum alterutro ex principiis antea simul conjunctis & dissolutis conjunctio fiat. Si aliquando chemia præcipitationes vocat operationes quasdam hac conditione destitutas, hic, ipsa fatente, vocis hujus abusus est.

III. Nunquam nisi in fluidis præcipitationem fieri; non nisi in fluido siquidem posset corpus a corpore sejungi ut præcipitaretur. Quum corpora aut aqua, aut igne fluida fieri possint duplex distinguitur præcipitatio, altera *humida* altera *sicca*. Ad primam omnes salium basi terrea, & metallica decompositiones referri debent, qui in aqua dissolvuntur, quum eorum bases ab acidis apto menstruo separandæ sunt. Ad alteram referri debent omnes metallorum, & rerum solidarum, ac fusilium separationes: hæ fusione, & alteri substantiæ commixtione, cujus ope separatio fieri debet, obtinentur.

119. EXPERIMENTUM. In cyathum vitreum magnam aquæ fortis perpurgatæ copiam infunde, & in hac parvum argenteum nummum de-

depone: ſolvet hunc omnino aqua fortis, & diſſolutum detinebit. Huic argenti diſſolutioni aliquot cupri lamellas immerge: aqua fortis cuprum argento validius attrahit, hinc argentum ab aqua forti ſejunctum pulveris forma præcipitabitur, cuprum vero in aqua forti diſſolvetur. In hanc cupri diſſolutionem ferri ramenta conjice: quum ferrum ab aqua forti cupro magis attrahatur, ſéparabitur a diſſolvente cuprum, & præcipitabitur. Huic ferri diſſolutioni immerge zinc: adhuc validius in hoc aget aqua fortis, quam in ferrum; ſejungetur itaque a diſſolvente ferrum, & præcipitabitur. In hanc zinc diſſolutionem immerge oculos cancri. Poſt vehementiſſimam cum aqua forti fermentationem ipſam attrahunt: zinc vero diſſolvente relicto præcipitatur. Huic oculorum cancri diſſolutioni affunde ſpiritum urinoſum: nova effervescentia fiet ab urinæ attractione orta valide in aquam fortem agentis; tunc vero oculi cancri a diſſolvente ſegregabuntur, & præcipitabuntur. Tandem in hanc poſtremam diſſolutionem aliquod ſal alkali conijce; quum hoc maximam aquæ forti affinitatem habeat, ſal volatile urinoſum ſeſe a diſſolvente ſeparans ſumma petet, unde ſua levitate evolabit.

Experimenta hæc omnia affinitatis legem a nobis ſtatutam manifeſte confirmant, a qua tantum eorum explicatio ſumi poteſt. Ex hiſce experimentis quoque innoteſcit, affinitatem gravitatis, aut levitatis rationem non ſequi; ſæpius enim corpus gravius a leviori præcipitatur, & vice verſa.

PROBATIO TERTIA.

Cryſtallizationis phænomena.

120. DEFINITIO. C*Ryſtallizatio* generatim eſt operatio, qua integrantes corporis partes invicem fluidi interpoſitione ſejunctæ determinantur, ut ſeſe invicem jungant, & maſſas regulari, & conſtanti figura efficiant.

Congruit, ut patet, hæc definitio corporibus quibuſque, quorum partes regularem diſpoſitionem natura admittunt; ſive eorum moleculæ diaphanæ ſint, ut in ſalibus, cryſtallis, & lapidibus pretioſis, ſive opacæ ſint, ut in ſaxis, pyritibus, & foſſilibus.

Ex ſalium cryſtallizatione, quam natura nobis exhibet, alias, quas ipſa nos celat divinabimus.

I. *Salium Cryſtallizatio.*

121. EXPERIMENTUM. Microſcopio ſeparatas ſuppone tres aquæ guttas a tribus ſcyphis extractas, in quibus ſeorſim diſſoluta fuerint ſal marinum, ſaccharum, nitrum (103), eaſque evaporare ſinito.

Poſtquam evaporaverint eas ad microſcopium inſpice: videbis moleculas figuræ ſemper regularis, ſed pro ſalium evaporatorum natura diverſas. Sal marinum cubos dat, ſaccharum globulos, nitrum acus.

122. ASSERTIO. *Salium cryſtallizatio unice provenire videtur a lege affinitatis, ſeu peculiaris attractionis inter ejuſdem ſalis elementa.*

DEMONSTRATIO. Poſt ea, quæ jam diximus *de materia vorticoſa*, & de *attractione* omnibus indiſcriminatim corporibus *communi* (104), ſupervacaneum eſſet has cauſas

in

in cryſtallizatione iterum confutare, in qua evidenter nihil poſſunt. Reliquum eſt igitur, ut oſtendamus, hoc phænomenon ſponte fluere ex *peculiaris attractionis* hypotheſi, quam primum dari poſſe, mox & dari demonſtravimus, & quam modo cryſtallizationis phænomenis tum generatim, tum ſpeciatim applicabimus.

123. HYPOTHESES. Ex dictis de affinitatibus, ſeu peculiaribus attractionibus conſtat, veroſimiliter ſupponi poſſe,

I. Integrantes corporum partes invicem *tendentiam* habere, qua invicem accedunt, junguntur, & adhærent, niſi quid obſit.

II. In corporibus ſimplicibus, ſeu parum compoſitis, hanc partium integrantium tendentiam *magis manifeſtam*, & *ſenſibilem* eſſe, quam in magis compoſitis: hinc prima magis poſtremis, ad cryſtallizationem ſunt diſpoſita.

III. Etſi primigeniarum integrantium molecularum figura non innoteſcat, dubitari tamen non poſſe, has *conſtanti figura* non eſſe præditas ipſarum propria, & a nullo creato agente illis adimenda.

IV Æque certum videri, partes has integrantes non tendere, ut ſimul jungantur indiſcriminatim omnibus earum planis, ſed uno potius, quam alio; niſi quum partes omnes omnino æquales ſunt, & ſimiles; veroſimile quoque eſſe, partium conjunctionem fieri iis planis, quæ magis immediatum, & extenſum contactum præbent.

124. *CONSECTARIUM*. Ex hac theoria pronum eſt cryſtallizationis ſalium phænomena explicare.

I. Quo gradu aqua evaporat ſalinæ moleculæ, quæ fixæ ſunt, non volatiles, ad ejus ſuperficiem ab ipſa ſejunguntur, nec ab aqua reliqua attrahi, & abſorberi poſſunt; quæ quum jam ſale ſatura ſit, ut ſupponitur, vim ſalis attractivam non amplius habet.

II. Moleculæ hæ salinæ superabundantes, quarum numerus perpetuo augetur quo magis aqua evaporat, ad aquæ superficiem immenso numero diffusæ, & suspensæ tandem ita contiguæ inveniri debent, ut sibi invicem occurrant, & se tangant. Tunc ex mutua attractione nullo obstaculo impedita jungi, & adhærere invicem debent planis aut punctis magis analogis: hinc figuræ, quam assumunt, regularitas.

III. Moleculæ hæ conjunctæ, & in exiguas massas regulares, quas oculus ad superficiem aquæ tamquam pelliculam detegit, agglomeratæ, tandem æquali aquæ volumine graviores fiunt. Debent tunc igitur exiguo gravitatis excessu ad fundum lente descendere, ibique adhuc aliæ aliis conjungi, & planis magis analogis adhærere. Hinc magnarum salis crystallizati massarum regularitas in aqua pura, & stagnante, in qua nihil obstat, quominus vis salinarum molecularum attractiva plenum effectum sortiatur.

IV. Idem fieri debet usque ad expletam aquæ evaporationem. Hinc totius salis massæ in tota aquæ divisæ, ac dispersæ crystallizatio regularis. Q. E. D.

125. NOTA I. Sal dum crystallizatur a tota aqua, cui dissolutum conjunctum erat, non separatur. Ex sua cum aqua affinitate extremas ejus partes tanta vi retinet, ut ulteriorem aquæ evaporationem impediat. Reliqua hæc aquæ portio salis crystallis conjuncta totum secum efficit, nec ab ipso auferri potest, quin ab illo suæ quoque figuræ regularitas auferatur. Hinc sequitur sal crystallizatum esse ex sale, & aqua compositum. Chemici aquam hanc salis crystallis adhærentem vocant *aquam crystallizationis*.

I. Oportunus caloris gradus sali crystallizato suæ crystallizationis aquam auferre potest; tunc vero figuræ regularitatem incolumi salis natura amit-

amittit. Hinc ſequitur, aquam hanc cryſtallizationis ſali ut cryſtallizato fortaſſe neceſſariam ſalis naturæ, ut ſal eſt, non eſſe neceſſariam, ſive eſſe *natura ſalina* ſuperabundantem.

II. Pro ſalium natura aquæ cryſtallizationis quantitas admodum varia eſt. Nitrum, & ſal marinum exiguam ejus quantitatem habent: ſal glauberi, & vitriolum martiale ferme dimidium ſui ponderis aquam habent: ſales ſunt, qui duplum ſe ipſis aquæ pondus habent.

III. Quum ſali cryſtallizato cryſtallizationis aqua adempta eſt, ſal hoc aeri aperto expoſitum eandem ferme aquæ quantitatem ſibi comparat Hujus ratio eſt, quia athmosphæra ſemper vaporibus permultis imbuta eſt, quos vis ſalis attractiva trahit, ac retinet ferme ut tunc, quum evaporatio, a qua in cryſtalla formatum fuit, ceſſavit. Non tamen cryſtallorum regularitatem recuperat; moleculæ ſiquidem perturbatæ libere moveri nequeunt, ut ad magis analogorum planorum affinitatem componantur.

126. NOTA II. Quum aqua, in qua ſal quodvis diſſolutum ſit, placide, & nulla agitatione evaporat, cryſtallizatio non niſi facta ſaturatione incipit. Ratio hujus eſt, quia moleculæ ſalinæ ab aqua evaporata ſeparatæ ante ſaturationem, illico a reliqua aqua attrahuntur, & abſorbentur, quæ partem adhuc facultatis ſuæ ſalis attractivæ ſervat. Quum aqua ſale aliquo ſatura magna agitatione evaporat, puta ad ignem, ſal inde exurgens in cryſtalla regularia non eſt efformatum. Partium enim aquearum, & ſalinarum tumultus, & agitatio molecularum ſalinarum ad facies analogas attractionem impedit. Maſſa ſalina inde exorta erit ergo maſſa irregularis.

127. NOTA III. Aqua marina etſi ſale ſatura non ſit, ſemper ejus magnam copiam diſſolutam habet, trigeſimam ſecundam ſcilicet ferme ſui ponderis partem ad Galliæ litora: ſi ita-

itaque in ingenti ſtagno ad maris oras placide evaporent aquæ marinæ dolia trigintaduo, poſt evaporationem ſalis dolium in ſtagni fundo invenietur. Æſtivo, & ſudo tempore horis vigintiquatuor evaporatio in tota ſupérficie eſt pollicis unius.

Simpliciſſimo hoc artificio in Rupellenſibus, & in Alnetenſis tractus ſalis officinis ferventioribus æſtivis diebus ſal conficitur, & cryſtallizatur. Ingentia ſtagna ſunt, quæ mari communicant, quæque quum lubet ad datam altitudinem replentur. Poſt aliquot dies aqua evaporavit: & ad fundum invenitur immenſa ſalis cryſtallizati copia, quæ validis fuſtium ictibus confringitur, & in promptuariis reconditur. Sal hoc ita ad oceani litora in Gallia confectum multo præſtantius eſt eo, quod eodem artificio in Hiſpania, in Italia, in Anglia, in Belgio confici poſſet; ſive quod regiones magis in Boream vergentes parum caloris habeant, & magis in Auſtrum verſæ nimium calorem habeant, ut oportunam inde qualitatem ſal ſortiatur; ſive aqua marina, quæ non ubique æque ſalſa eſt, & amara, in Gallia ad oceani oras id præciſe habeat, quod ad ſal optimum efficiendum requiritur..

In Lotharingia, & in Burgundiæ comitatu, ubi fontes ſalſi, & ipſo mari magis ſalſi reperiuntur, igne ſub magnis cacabis ardente evaporatio fit. Aqua evaporata, quæ aliquando per quædam evaporatoria traiicitur, a quibus illi magna aquæ copia adimitur, & ſal magis coacervatur, ſal prius in aqua ſolutum in fundo cacabi invenitur in maſſam irregularem, & non cryſtallizatam collectum. Sal hoc eſt, quo in Lotharingia, in Burgundiæ comitatu, & in Helvetia utuntur.

II.

II. *Metallorum cryſtallizatio.*

128. DESCRIPTIO. *Subſtantiæ metallicæ*, de quibus alibi fuſius (569), peculiarem corporum claſſem efficiunt peculiaribus proprietatibus ab alia quavis ſubſtantiarum ſpecie diſtinctam. Proprietates hæ omnibus metallicis ſubſtantiis communes præcipue ſunt major *gravitas*, & major *opacitas*. Pes cubicus ſtamni, quod metallorum omnium leviſſimum eſt, libras pendet 512, & ſemis; quum pes cubicus marmoris pendat tantum libras 189, & ſemis. Itaque ſubſtantiæ metallicæ quum ceteris corporibus denſiores ſint (644), plures lucis radios reflectere debent: hinc eorum opacitas, & ſplendor. Hic in metallis ex reflexione tantum eſt; propterea a gemmarum ſplendore diverſus eſt, qui & reflexionis, & refractionis ſplendor eſt. Subſtantiæ metallicæ dividuntur in metalla perfecta, in metalla imperfecta, & in ſemimetalla.

I. *Metalla perfecta* dicuntur ſubſtantiæ quædam metallicæ, quæ ductiles, & malleabiles vehementiſſimo ac diuturno igne toſtæ fixæ perſeverant, nulla ſenſibili ponderis, aut naturæ mutatione. Ut igni, ita & aeri, & humiditati nulla mutatione reſiſtunt. Tria metalla perfecta ſunt *aurum*, *argentum*, *platina*.

II. *Metalla imperfecta* vocantur ſubſtantiæ quædam metallicæ, quæ ductiles, & malleabiles, ad datum uſque terminum fixæ, & neutiquam mutatæ ad ignem perſeverant. Si vero vehementiorem ignem ſubeant, decomponuntur, in vapores abeunt, primigeniam naturam amittunt, in calcem, aut vitrum convertuntur. Aere, & humiditate rubiginem contrahunt, qua exeduntur. *Cuprum*, *ferrum*, *ſtamnum*, *plumbum* ſunt quatuor metalla imperfecta.

III. *Semimetalla* vocantur ſubſtantiæ quædam me-

metallicæ, quæ nec fixæ ſunt, neque ductiles, & igni expoſitæ metallicas ſuas proprietates amittunt. Semimetalla omnia æque, ac metalla, magis minuſque dura, & fuſilia ſunt; at maxime volatilia ſunt, & nullatenus malleo ductilia; quibus proprietatibus & a perfectis metallis diſtinguuntur, quæ ſemper ductilia, & malleabilia ſunt, nec in vapores exhalant; & ab imperfectis, quæ uſque ad certum caloris gradum ductilitatem, & fixitatem ſuam ſervant. *Antimonium*, *bismuth*, *zinc*, *cobalt*, *arſeni cum* ſunt quinquæ ſemimetalla.

IV. *Mercurius*, qui duas genericas, & præcipuas metallicarum ſubſtantiarum proprietates habet, peculiarem a ſe claſſem efficere videtur. Perfectis metallis affinis eſt puritate, & gravitate; imperfectis volatilitate; ab utriſque differt fuſibilitate. Ad ignem fixus uſque ad aquæ ebullientis calorem, ſi augeatur calor in vaporem abit; & tandem violento, & diuturno igne in calcem vertitur. Minimus caloris gradus illum liquidum ſervat; at ſolidus fit, ductilis, & malleabilis maximo frigoris gradu, qui arte mixtis nive ſalibus obtinetur (615); ut Petropolitanis experimentis conſtat in acri frigore diei 25 decembris 1759 peractis.

129. NOTA I. Integrantes perfectorum metallorum partes deſtrui non poſſe videntur. Ardentiſſimarum fornacum vis, menſtruorum violentiſſimorum commixtio tantum partes has integrantes invicem ſeparant, non tamen eas decomponunt, aut primigeniam earum naturam mutant; adeo ut poſtquam innumeris modis agitatæ, & ſubactæ fuerunt, poſtquam innumeris menſtruis fuerunt commixtæ, poſtquam per plures continenter annos chemicarum fornacum vim pertulerunt, ſi a ſubſtantiis, quibus commixtæ fuerant, ſeparentur, eandem, quam prius, adhuc naturam habere, & idem metallum efficere deprehenduntur. Neque demoſtratum eſt, ſpe-

speculum causticum regiæ scientiarum Academiæ igne suo integrantes perfectorum metallorum partes decomponere. (150).

130. NOTA II. Integrantes imperfectorum metallorum, & semimetallorum partes certissime destrui possunt; eas enim actio ignis in calcem vertit, & in vitrum, & primigeniam illis metallicam naturam adimit. Metalla imperfecta, & semimetalla *mixta* sunt, quæ ignis decomponit, seu quorum partes constituentes dividit, ac separat. Partes hæ constituentes præcipue sunt *phlogisticum*, & *terra elementaris*. Terra elementaris phlogistico, seu principio inflammabili spoliata, cui conjuncta erat, evadit simplex arena apta in calcem, & in vitrum verti. Neque improbabile est, metalla perfecta quoque phlogistico, & terra elementari tamquam partibus constituentibus constare, quas ne vehementissimarum quidem fornacum ardor sejungere possit, ac decomponere.

Innumeris observationibus constat, omnes metallicarum substantiarum species crystallizari, seu figuras regulares sibi proprias sumere. Hæc metallorum crystallizatio cum gemmarum crystallizatione explicabitur.

III. *Gemmarum crystallizatio.*

Inter gemmas de crystallo tantum, & de adamante loquemur; quæ duæ pro omnium crystallizatione erunt exemplo.

131. DESCRIPTIO I. *Crystallum nativum*, seu montanum lapis est durus, diaphanus, in prismata hexagona formatum utrinque hexagonis pyramidibus terminata.

132. DESCRIPTIO II. *Adamas* est quoque lapis omnium gemmarum durissimus, nitidissimus, pretiosissimus. Invenitur natura ipsa in prismata hexagona pyramidibus quoque hexagonis terminata formatus. Alii quoque adamantes sunt diverso modo crystallizati, 133.

133. ASSERTIO. *Gemmarum, & metallorum cryſtallizatio unice ab affinitate, ſeu peculiari inter partes integrantes attractione procedere videtur.*

DEMONSTRATIO. Poſt accurate expoſitam in ſalium cryſtallizatione theoriam (123), patet, ſatis jam eſſe theoriam hanc genericam reddere, ut ad omnes omnino cryſtallizationes accommodetur. Sit igitur corpus quodvis, cryſtallum, metallum, adamas, aliud quodpiam, quod partes integrantes ſejunctas habeat fluido interpoſito, puta, aqua, a qua diſſolutæ, & in idem receptaculum vectæ fuerint.

I. Evidens eſt, ſi hujus fluidi pars evaporet, partes has integrantes invicem proximas factum iri; & magis magiſque fluido eas ſeparante imminuto, tandem coalituras, ſeque tacturas. Poterunt quoque invicem conjungi quum ita proximæ fuerint, ut mutua inter ſe tendentia ſpatium, quo diſtant, percurrere poterint.

II. Si dum ſucceſſive fluidum hoc imminuitur, libere illis, & per tempus liceat ſeſe invicem jungere planis magis analogis, maſſas efficient conſtanti, & ſemper ſimili figura donatas.

III. Si tam cito abeat fluidum interjectum, ut partes cryſtallizabiles, quas ſejungit, proximæ ſint, & tangantur antequam poſitionem mutuam ſumere potuerint, ad quam natura tendunt: tunc partes hæ temere ſeſe conjungunt planis in violento contactu mutuo occurrentibus: maſſas quidem ſolidas determinatæ ſpeciei efficiunt; at quæ nullam determinatam, & regularem formam obtinent.

Generica Cryſtallizationis theoria.

134. COROLLARIUM. Ex hac generica cryſtallizationis theoria cryſtallizationes omnes facile explicantur.

I. Re-

I. Regulares formæ cryſtalli montani, gemmarum, ſpathi, quarundam ſtalactitum, plærarumque pyritum, plurium foſſilium, nonnullorum metallorum purorum, operi modo explicato tribuendæ ſunt: lentæ ſcilicet, & placidæ per aquam integrantes horum corporum partes diſſolutas vehentem ſeparationi.

II. Unionum in conchis origo, lapidis in veſica, lapidis bedoartici in quorundam brutorum ſtomacho, capite, veſica, inteſtinis, eadem eſt. Arenæ, aut ſales fixi puriſſimi, & tenuiſſimi conchæ glandulas permeantes intra quædam teſtacei hujus receptacula coacervantur: ibi libere pro naturali tendentia junguntur, & diſponuntur, quum amplius exitum cum fluido vectore non obtineant. Arenæ, aut ſales fixi impuriores, & craſſiores radiantem renum ſubſtantiam permeantes in veſica ſubſidunt: ibi cryſtallizantur, niſi libere cum fluido vectore erumpere poſſint. Nec oſtrea omnia, nec omnes homines hiſce cryſtallizationibus obnoxii ſunt; neque enim oſtrea omnia, aut omnes homines receptacula habent apta hanc fluidi ab arenis, & ſalibus ab ipſo vectis ſecretionem facere.

III. Eadem quoque quarundam congelationum, quas in aliquibus cryptis miramur, origo eſt. Aqua terras, & rupes guttatim permeans ad intimam cryptarum ſuperficiem arenis tenuiſſimis ab ipſa diſſolutis gravis pertingit. Dum ſenſim ſine ſenſu evaporat, arenæ hæ invicem accedunt, & libere ad plana analoga componuntur, cryſtallizationeſque efficiunt ſpecie diverſas pro ſuarum figurarum diverſitate.

IV. Subſtantiæ metallicæ proprias quoque cryſtallizationes obtinent ab eodem principio ortas: hujuſmodi eſt celebris *ſtella* reguli antimonii; hujuſmodi rami quidam regulares, in quos aliquando metalla pura, aurum, argentum, cuprum, ſponte efformantur. Illuſtres quidam chemici quum diverſa metalla maximo caloris gra-

du

du fusa successive detinuissent, eaque lentissime frigescere, & coagulari sivissent, observarunt, substantiam quamvis metallicam regulari forma disponi sibi propria, quæ non nisi a partium integrantium metalli cujusque tendentia evenire potest, qua symmetricam dispositionem affectant. Adnotaverat Reaumurius, antimonium violento igne fusum, & lente frigefactum semper radiantis stellæ formam induere, ex tendentia partium ad hanc dispositionem capiendam. Porro Stellæ hujus ad sanæ physicæ facem mysterium evanuit.

Vitrificatio.

135. OBSERVATIO. Vitrum est compositum ex arena perpurgata, & ex variis salibus fixis, quæ res vehementissimo igne funduntur. Arena solitaria non est fusilis. Sales fixi, quos chemia ex fossilibus, & vegetabilibus extrahit, per se fusiles, vehiculum sunt ad arenæ fusionem. Lapides plures contriti, & purgati, *arena*, quæ etiam terra elementaris vocatur, qualitatem obtinent. Sales fixi, qui fixitate evaporare nequeunt, & in effervescentia dissipari, ignis vi divisi, & fusi in arenæ poros violenter intrant, quos quaquaversum penetrant, ac distiiciunt; ita ut in immenso elementorum numero arenæ vix sensibile granum componente vix unica fortasse erit arenæ atomus, quæ a sibi proxima per salis fixi atomum non sit divisa. Quum massa hæc ita divisa, & commixta, quovis arenæ elemento alteri salis fixi elemento conjuncto, a vividissimo igne penetrata est, unde mollis evadit, & flexilis, potest ipsa quamcumque formam sumere, quam illi ars indere velit, eamque lente, & caute frigescens, & obdurescens perpetuo servat. Ab hac practica vitrificationis theoria præcipuæ vitri proprietates descendunt.

I. Vitrum *fragile* est; constat enim particu-

lis

lis heterogeneis, quæ exiguam inter se affinitatem habent, nec invicem connectuntur, nisi exiguo angulorum, aut punctorum parum sympaticorum numero; hæc proinde nunquam mutuo firmiter adhærere debent.

II. Vitrum *diaphanum* est; particulæ heterogeneæ siquidem, quibus constat, parum invicem connexæ innumeros inter se poros, & meatus relinquunt, qui ubique liberum luci aditum præbent. Pori hi, seu meatus innumeri quaquaversum semitas ad sensum rectas efficiunt, quas libere tenuissimi globuli, seu radii lucis traiiciunt.

III. Vitrum est crystallum artificiale multo minus nativo, seu montano durum; nativum enim elementis constat homogeneis terræ elementaris, quae ab aqua divisa, & vecta libere mutua attractione junguntur invicem majoribus, magisque sympaticis planis adhærentia; proinde majorem adhæsionem obtinent conjunctarum superficierum magnitudini, & affinitati proportionalem. (123).

Si ignis haberi posset ita validus, qui arenam puram, seu terram elementarem funderet, & diu fusam servaret, nulla salium, aut aliorum menstruorum ope, quae addi debent ad fusionem obtinendam, probabile est, fieri arte posse crystalla, quae pulcritudine, & duritie crystalla nativa, & plures gemmas aequarent; hae siquidem naturales crystallizationes tantum sunt. Plaeraque crystalla vitae usibus inservientia sunt tantum vitrum, aut crystallum artificiale.

PROBATIO ULTIMA.

Pleraque alia phænomena.

136. OBSERVATIO. LEgis *affinitatis* actionem, & influxum in plaerisque aliis phaenomenis alibi adnotabimus

mus, quae operis hujus decursu explicanda erunt, nec aut ab impulsionis, aut a generalis attractionis lege proficisci possunt. Praecipua tantum hic indicabimus.

I. Duritiei, & elasticitatis phaenomena ab hac physica causa pendere praecipue videntur; ut primi hujus tractatus sectione altera ostendemus. (212, 228).

II. Vaporum, & exhalationum ascensus in athmosphæram, unde meteora omnia procedunt, praecipue a peculiari attractione oriri videtur inter aeris, & aquae elementa, tum & inter quasdam terrestres exhalationes. Sive haec affinitas, seu peculiaris attractio horum elementorum continguitatem tantum postulet; sive medium aliquod exigat, uti materiam igneam, aut electricam, quae illa disponat, ut validius sese attrahant complexam affinitatem efficiendo. (87).

III. Physicum regnorum animalis, vegetabilis, fossilis machinamentum aeque magna ex parte ab eadem simplicis, aut complexae affinitatis lege pendere videtur; impulsionis enim, & generalis attractionis leges semper, & ubique ineptæ videntur ad trium horum regnorum phaenomena explicanda.

IV. In colorum quoque experimentis lex eadem elucescit. Quare nam purpura omnes radiorum species absorbet, praeter rubros, quos reflectit, nisi ex affinitate complexa inter pannum hunc sua tinctura imbutum, & radiorum species, quas absorbet?

Horum phænomenorum collectio physicos tandem præter impulsionis, & generalis attractionis leges tertiam affinitatis, aut peculiaris attractionis legem admittere coegit, quæ elementa quædam inter se analoga in contactu, aut in maxima proximitate tantum afficeret.

Nonnulli physici processerunt: hi præter *attractionis legem*, de qua hic sermo, *repulsionis le-*

legem in natura se detexisse putaverunt; ita ut diversæ materiales substantiæ ad contactum respectu diversorum elementorum vim habeant attractivam, & vim repulsivam, quarum neutra ab altera pendeat, & utraque juxta peculiares, & sibi proprias leges agat. Hanc repulsionis legem, quæ nullo inniti fundamento videtur, impugnare pergimus.

Legis repulsionis inutilitas.

137. ASSERTIO. *Leges repulsionis in natura admittendi nulla est necessitas.*

DEMONSTRATIO. Causæ sine necessitate non sunt multiplicandæ, nisi scilicet id phænomena postulent hanc causarum multiplicitatem exigentia; si ergo sine repulsionis legibus phænomena explicari possunt, hæ ut superfluæ reiicendæ sunt. Atqui phænomena, quæ a repulsione oriri censentur, communibus impulsionis, & attractionis legibus explicari possunt, ut præcipua ex his afferentes ostendemus; nulla ergo est necessitas repulsionis leges admittendi.

138. EXPERIMENTUM I. Si plures diversorum pannorum tæniæ rori exponantur, observamus, ex his aliquot plurimo rore imbui, alias minus ebibere, alias nihil. Ergo quum ros æque ubique in terram cadat, lanæ aliquot, aut colores vim repulsivam habere debent, quæ iis pannis rorem adhærere vetet. Id ipsum in metallis rori expositis observatur, & ex his eadem consectaria deducuntur.

CONFUTATIO. Experimentum hoc affinitatis, aut peculiaris attractionis legem probat, non repulsionis.

I. Panni, qui ros ebibunt, aquæ affinitatem habent, quam perpetuo absorbent, uti & sales, vapores per athmosphæram diffusos, eos retinent & sibi adhærere faciunt; rore igitur imbuti esse debent.

II,

II. Panni, qui rorem non ebibunt, hac affinitate aquæ carent, procul dubio, ex coloribus, quibus tincti sunt; quare athmosphæricos humores non exsugunt. Siquæ vero roris particulæ gravitate in ipsos cadunt, hæ quas pannus sibi adhærentes non efficit, perpetua aeris agitatione asportantur: ad sensum itaque rore imbuti esse non debent.

Idem dicas de metallis, quæ pro polita, aut aspera, absterfa, aut fordida superficie magis minusque ad rorem attrahendum sunt disposita.

139. EXPERIMENTUM II. In pluribus chemicis dissolutionibus alias partes videmus invicem accedere; ergo aliæ partes mutuam attractionem, aliæ mutuam repulsionem sortitæ sunt.

CONFUTATIO. Probat hoc experimentum attractionis, & impulsionis leges, non repulsionis. Substantiæ duæ mutuam peculiarem attractionem habentes conjungi, & commisceri nequeunt, quin moveantur, quin eundem reciproce tendentiæ motum partibus non analogis sibi contiguis imprimant, quæ impulsione pressæ alio pergunt. Hinc apparentes repulsiones, quæ tantum impulsionis a partium sese attrahentium affinitate ortæ effectus sunt.

Repulsionis phænomena, quæ in magnete, & in electricitate observantur ab impulsione materiæ affluentis, & effluentis procedunt, ut alibi explicabimus (1096); non ergo repulsionis legem probant.

140. EXPERIMENTUM III. Crystallinam laminam stamno obductam soli obiice: radii omnes inter se paralleli reflectuntur ad angulum angulo incidentiæ æqualem. Hoc posito sic proceditur. Plana crystalli superficies microscopio inspecta cavitatibus, & eminentiis aspera apparet; non ergo maxime exiguis lucis globulis, aut radiis æquale planum exhibet aptum eos parallelos reflectere. Debent ergo radii antequam crystallum tangant reflecti, Quare inter crystal-

lum

lum & radios lucis vis repellens esse debet, quæ in minima distantia radios hos parallelos reflectat.

CONFUTATIO. Experimentum hoc, quod magnum physicæ mysterium continet, nullo pacto repulsionem probat. Difficile sane est concipere qua ratione radii lucis paralleli reflectantur superficiem offendentes ipsis fortasse æque asperam, ac montana terræ superficies esset globis bellicis in ipsam parallelis conjectis. At non proinde sequitur, inter crystallum, & radios vim repulsivam esse admittendum, quæ ante contactum radios hos reflectat. Vis hæc enim difficultatem non tollit; moleculæ siquidem, quæ crystalli superficiem faciunt, quum cavitates, & prominentias habeant, patet, *puncta repulsiva* ipsis extra crystallum substituta eandem reflexionis inæqualitatem, & irregularitatem in radiis parere debere: quandoquidem hi profecto ad æquales a crystalli elementis, aut a punctis repulsivis distantias reflectuntur. Supponamus itaque, punctum repulsionis a crystalli elementis lineam, aut millies millesimam lineæ partem distare. Evidens est, superficiem mente conceptam ad hanc a crystalli punctis distantiam, æque ac crystallum ipsum, inæqualem fore. Hæc ergo hypothesis novam in naturam legem invehens veterem difficultatem non tollit, quæ intacta perseverat.

CONCLUSIO.

141. COROLLARIUM. Ex allatis experimentis, & hoc articulo explicatis constat, aut experientiæ lumini de causis physicis renunciandum esse; aut *affinitates*, seu *peculiares inter quasdam substantias attractiones* in natura esse agnoscendas.

Tres igitur habentur causæ primitivæ, a quibus naturæ phænomena derivantur; *impulsio* scilicet, *attractio* generalis, *affinitas*, seu attractio peculiaris.

A R-

ARTICULUS QUINTUS.

HOMOGENEITAS MATERIÆ.

142. OBSERVATIO Est ne materia *homogenea*, an *heterogenea* (*); ſimilis nempe, an diſſimilis in primigenia ſuorum elementorum natura? Magnum hoc inter philoſophos diſputandi argumentum eſt. Potior eorum pars materiam homogentam tenet.

I. Qui materiæ *homogeneitatem* tuentur, volunt diverſorum corporum elementa eandem intimam habere naturam, & tantum maſſà, & figura inter ſe differre; ſicuti cubus teſtæ Sinenſis lineam extenſus a cubo ejuſdem teſtæ lineas duas extenſo maſſa differt; ſicuti primus hic teſtæ cubus a globo, aut cono, aut pyramide, aut cylindro ex eadem teſta æquali, vel inæquali, figura differt. In hoc ſyſtemate elementa auri, exempli cauſa, in ſe, & in propria ſubſtantia eandem, ac elementa terræ naturam obtinent; neque ab his differunt, niſi quia illorum maſſæ majores, aut minores ſunt, aut diverſa figura donatæ; adeo ut ſi auri elementis elementorum terræ maſſa, & figura induceretur, elementa hæc aurum conſtituentia, nulla intima ſubſtantiæ, aut naturæ mutatione terræ maſſam efficerent; & vice verſa ſi elementa terræ elementorum auri maſſam, & figuram obtinerent, quæ elementa terram efficiunt, ſubſtantia nihil

(*) *ETYMOLOGIA. Homogeneus*, ejuſdem generis: *ab* ομος idem, & γενος genus. *Heterogeneus*, alterius generis, *ab* ετερος alter, & γενος genus,

hil mutata, aurum efficerent. Idem dicas de aquæ, lapidum, aeris, lucis, omnium corporum elementis.

II. Qui materiæ *heterogeneitati* favent, volunt diversorum corporum elementa non tantum massa, & figura, sed substantia ipsa, qua constant, dissimilia esse; auri elementa, exempli causa, substantia constare, quæ aurum tantum efficere possit; adeo ut si hæc auri substantia in moleculas confingeretur omnino terræ aut aeris elementis massa, & figura similes, adhuc aurum essent, nunquam aer, aut terra fierent.

Experientia, magna illa physicæ fax, nullam hic nobis lucem impertitur, mira siquidem primigeniorum elementorum tenuitas illa observationibus attingi non sinit, nec in se ipsis contemplari patitur. Reliquum est igitur, ut speculatione, & conjecturis adjuti alterutram sententiam amplectamur. Hanc quoque viam physicus sequi potest, quum experientiæ luce destituitur.

PROPOSITIO I.

143. *Nulla ratio, experimentum nullum materiam heterogeneam probat: simplicius itaque, magisque rationi consentaneum est, materiam tantum homogeneam in natura admittere.*

DEMONSTRATIO. I. Experimentum nullum materiæ heterogeneitati favet; nequeunt enim intime primigenia materiæ elementa observari; figuræ vero, colorum, saporum, voluminum diversitas, quæ in massis ex his elementis conflatis deprehenduntur æque cum materiæ homogeneitate, ac cum heterogeneitate conciliantur.

II. Ratio nulla materiam heterogeneam probat; metallorum siquidem perfectorum immutabilitas, universi orbis varietas, præcipuorum naturæ agentium immutabilitas, a quibus uni-

ce probationes desumuntur, æque cum homogeneæ materiæ elementis stare possunt, quibus Deus diversas massas, & figuras indiderit nulla unquam vi creata permutandas.

III. Experientia constat, Deum modis simplicibus æque, ac fœcundis agere solere, nullis causis, ac principiis superfluis adhibitis, ubi unica causa, & principium unicum satis sit. Hac observatione innititur axioma philosophicum; in explicandis naturæ phænomenis *principia sine necessitate non esse multiplicanda*. Ut ergo naturam imitemur ejus opera, & effectus explicantes, duplicem materiæ speciem admittere non debemus ubi una sufficit. Ergo simplicius, magisque rationi consonum est materiam tantum homogeneam in natura admittere. Q.E.D.

PROPOSITIO II.

144. *Materia homogenea immensam elementorum diversitatem præbere potest ad miram naturæ varietatem explicandam.*

DEMONSTRATIO I. Quum materia in infinitum augeri, & minui possit, evidens est, posse Deum ex materia homogena quemvis elementorum numerum efficere massa diversorum in quavis assignanda arithmetica, aut geometrica proportione; adeo ut minora ad majora sint aut ut series crescens numerorum naturalium, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. aut ut horum numerorum quadrata, 1, 4, 9, 16, 23, 36, 49, 64, &c. aut in arbitraria quavis ratione aut proportionali, aut non proportionali.

II. Quum inexhaustum partium numerum habeat materia, quarum quælibet diversa figura donari potest; evidens est, posse Deum ex materia homogenea numerum elementorum efficere in infinitum *figura* diversorum. Illa polyhædra lævibus, aut asperis planis in infinitum numero, figura, magnitudine planorum regula-

rium,

rium, aut irregularium variari poterunt: hæc convexa, aut concava, ramofa, aut adunca poterunt æque in infinitum variari ramorum, uncorum, cavitatum multitudine, & figura.

III. Evidens eft ab hac aelementorum diverfitate quamlibet varietatem in compofitis produci poffe. Exempli gratia, globuli maffa ferme infinite minima velocitatem maximam obtinere poterunt; per tenuiffima foramina fumma facilitate tranfire poterunt: talis fortaffe lux eft. Elementa cubica, feu parallelepipeda fimul conjuncta pauciora vacua inter fe relinquere poterunt, & denfiores maffas efficere; tale fortaffe erit aurum. Elementa fphærica, conica, aut cylindrica maxime lævia compofita efficere poterunt non adhærentia, feu fluida: talis fortaffe eft aqua. Elementa ramofa, adunca, afpera, convexa, concava minus arcte jungentur, majora vacua inter fe relinquent; maffas minus denfas efficient: hujufmodi fortaffe eft plæraumque arbor um cortex. Diverforum elementorum commixtio evidenter infinitis modis, & gradibus variabilis varia mixta utcumque varia efficere poterit. Ergo materia tantum homogenea innumera elementa fufficere poteft apta miram naturæ varietatem explicare. Q. E. D.

PROPOSITIO III.

145. *Verofimile eft, materiæ elementa fubftantia homogenea, qua fimul confunduntur, modificationibus heterogenea, quibus diftinguuntur, a Deo maffas, & figuras accepiffe, quæ etfi in fe divifibiles, tamen a nullo creato agente atteri, aut dividi poffint.*

DEMONSTRATIO. I. Verofimile eft, materiam in fe, & natura fua effe homogeneam, ut oftenfum eft (143); ergo corporum diverfitas, quæ ab homogenea fuorum elementorum fubftantia non procedit, ab heterogeneis horum

G 2 modi-

modificationibus oriri debet. Quod ergo corpus ſpeciei alicujus eſſe facit; aurum, aut argentum potius, quam terram, aut aquam, eſt diſtinctiva horum elementorum forma neceſſario aut a maſſæ quantitate, aut a figuræ qualitate, aut ab utraque ſimul enaſcens.

II. Quum corporis alicujus (auri exempli gratia) natura, & ſpecies aut a maſſa, aut a figura elementorum, aut ab utraque ſimul conſtituatur; ſequitur ad corporis naturam immutandam ſatis fore ſuorum elementorum maſſam, aut figuram immutare; & ſiqua ſunt corpora, quorum naturam nullum agens creatum mutare poſſit, hoc ideo eſſe, quia eorum elementa a nullo creato agente atteri poſſunt. Atqui corpora ſunt, quorum naturam nullum agens creatum mutare poteſt; uti metalla perfecta, aqua, aer, lux. Quot modis chemia metalla perfecta non ſubegit, quin unquam eorum naturam mutare potuerit! Veroſimile ergo eſt, metallorum perfectorum elementa, non ea ſolum, quæ eorum partes conſtituentes efficiunt, verum ea quoque, quæ integrantes, natura inſectilia eſſe & immutabilia. Quo horrendo impetu maris undæ montium inſtar in tempeſtatibus, quibus ab initio temporum agitantur ſcopulis alliduntur! Quo furore aer ſæpius in vehementiſſimos turbines raptus ſylvas invadit, quas evellit, domos, quas diruit, campos, quos devaſtat, montes ipſos, quos concutere poſſe videtur! Quam mira velocitate lucis globuli 1423016 globo a tormento exploſſo celeriores mænia diruente (854), corpora petunt, a quibus abſorbentur, aut reflectuntur! Atqui experientia indicat, vehementiſſimas has agitationes, quas ab initio temporum elementa aquæ; aeris, lucis ſubeunt tres has ſubſtantias neutiquam immutare, quæ ſemper eædem, natura eadem, nil magis attenuatæ perſeverant; ergo aquæ, aeris, lucis elementa natura inſectilia, & immutabilia eſſe debent.

III.

III. Jure experientia ducti judicamus, corpora esse, ut metalla perfecta, aer, aqua, lux, quorum elementa naturæ viribus atteri nequeunt: nulla experientia ducti judicare possumus, corpora esse, quorum elementa primigenia eorum partes constituentes efficientia naturæ viribus atteri, & dividi possint; ergo analogice de elementis, quæ experientia, & observatione attingere nequimus, judicantes ex iis, quæ experimentis, & observationibus nostris subeunt, jure censemus, corporum elementa esse natura insectilia, & immutabilia.

IV. Si quævis materiæ elementa natura insectilia, & immutabilia non essent, hæc, quæ massæ, & figuræ diversitate corporum varietatem efficiunt, perpetuo affrictu ex permanente naturæ actione orto suos angulos, prominentias, superficies elidere, & atterere deberent; his angulis, ac prominentiis amissis sphæricam ferme figuram induere: quo fieret, ut naturæ harmonia, varietas, stabilitas in principiis suis ipsis immutaretur. Experientia igitur, quæ hanc naturæ harmoniam constantem, & immutabilem ostendit, rationem præbet, qua dicamus, corporum omnium elementa insectilia, & immutabilia natura esse, atque adeo a nullo agente creato divisibilia. Q. E. D.

146. COROLLARIUM I. Hinc sequitur, *nos tantum in corporum divisione contigua elementa separare posse*, quin unquam primigeniorum elementorum angulos, & massas atterere possimus, quorum partes componentes tenacitate adhærent veluti infinita a Deo libere decreta, ut corporum principia immutabilia, & permanentia sint. Combustio, putrefactio, dissolutio integrantes corporum partes dividunt, & decomponunt, constituentes nihil immutant, quæ post decompositionem eædem perseverant.

147. COROLLARIUM II. Hinc etiam se-

quitur, *stulte agere alchymistas, qui in lapide philosophali oleum, & operam perdunt.*

Lapidem philosophalem quærere est artem investigare elementa cupri, aut stamni, aut plumbi, aut mercurii, aut terræ; aut aliorum mixtorum in auri, aut argenti elementa convertere. Stulta est hæc, & vana inquisitio in quovis de corporum systemate rationi consentaneo; in quovis enim systemate, in quo inconcussa admittatur naturæ stabilitas, sive Zenonis, sive Gassendi, sive multo probabiliorem sententiam nostram sequaris, semper in primigeniis materiæ elementis immutabilitas est admittenda.

Si diversorum corporum elementis elementorum auri, & argenti massa, & figura induci posset, corpora hæc in aurum, & argentum converti possent. Verum tot sæculorum experientia post tot inanes conatus satis probat, hominibus datum non esse hanc metamorphosim operari; naturæ vero stabilitas a Deo decreta necessario postulat, metamorphosim hanc ab agentibus creatis fieri non posse, ceterum agentia creata primigenia corporum elementa immutantia naturæ harmoniam, & ordinem a Deo statutum evertere possent.

OBJECTIONES CONFUTANDÆ.

148. OBJECTIO I. Præcipua homogeneitatis probatio est dives, & fœcunda simplicitas in Dei creatoris operibus supposita. At vero certum ne est, Deum simpliciores, magisque genericas vias sequi? Minorem ne, minusque divitem in suis operibus sese ostenderet Deus si principiorum prodigus potius, quam parcus esset, ut effectus multiplices, & varios produceret? Ceterum simplicius erat mundum unico instanti producere, quam sex diebus; & tamen Deus diebus sex creationis opus perfecit; nullo

igi-

igitur jure, ſimpliciores, magiſque genericas vias Deum ſequi ſupponeretur.

RESPONSIO. Nobis *ratione* conſtat, Deum natura in operibus ſuis perfecte liberum nulla neceſſitate adduci, ut ſemper vias, quas nos ſimpliciores cenſemus ſequatur. Fatemur itaque, poſſe illum ab his quoties libeat rationibus ſua ſapientia dignis recedere.

II. Infallibili *revelationis* auctoritate conſtat, Deo placuiſſe diebus ſex, non unico inſtanti magnum creationis opus explere; ſive ut majorem huic eventui mirifico majeſtatem, & ſenſibilitatem affunderet, qua mentes noſtras magis afficeret, & admiratione repleret, ſive ſublimiori aliquo, ac profundiori judicio ſuo, quod ejus ſapientia ſatis teſtatur dum illud nos celat.

III. *Experientia* conſtat, Deum in ſuis operibus omnino liberum ſimpliciores, & fœcundiores vias elegiſſe ad naturam perpetuo ſervandam; una, eademque gravitatio ſiquidem corpora omnia ad eorum centra trahit, & omnia inde emanantia phænomena operatur; una, eademque elaſticitas univerſam aeris maſſam excitat, & omnes effectus inde deſcendentes producit; unus, idemque ignis elementaris res omnes ſenſibiles afficit, quas movet, ſeparat, aut proximas facit; jungit, aut ſejungit, fovet, aut deſtruit pro ſuæ actionis quantitate. Ex quibus inferimus, quoniam Deus paſſim, & conſtanter ſimplicioribus, & fœcundioribus modis agit, nec ratio ulla oſtendit in materiæ elementorum productione a magnifica hac, & ſublimi methodo receſſiſſe, multiplices materiæ ſpecies non eſſe admittendas ubi una ſufficiat.

IV. Deus non ſane minus divitem, & minus ſapientem ſeſe oſtenderet ſine ratione principia, & cauſas prodigens; eo pacto, quo artifex ſe minus doctum, minuſque peritum præberet elaſtra, & rotas multiplicans in ma-

machina pauciores postulante. Porro quænam esse potest ratio, cur in natura perpetuo inutilis causarum, & principiorum redundantia ponatur, quum unica causa, unicumque principium sufficiens sit, & necessarium? ergo ratio nostra pro materia homogenea maxime philosophica est, & solidissima.

149. OBJECTIO II. Quis sibi persuadeat grave, & solidum corpus, cujusmodi est marmor, & quercus, eadem materia constare, qua corpus leve, & fluidum, qualis est aer, & lux? tam diversæ proprietates non ne in hisce corporibus diversam substantiam annunciant.

RESPONSIO. I. Aer, qui levis videtur, veram habet gravitatem suarum molecularum gravitati proportionalem; ut alibi ostendemus. Aer, qui minime resistere videtur, quum exitum habet, quó libere erumpat, resistentiam suam sensibus patefacit quum magnus inversus cyathus aquæ perpendiculariter immergimur, sub quo exiguum suberis frustum sit collocatum ad aquæ in cyathi intimo elevationem indicandam. Fluida hæc aeris massa aquam inter, & vitrum inclusa, etsi parum habeat materiæ, constat tamen partibus reipsa solidis, & impenetrabilibus, quæ spatium exclusive occupant, aquæ valide resistunt, & ne ad cyathi fundum attollatur impediunt, & quum flexiles, & elasticæ sint, ad minus volumem adigi quidem possunt, ad nullum nunquam adduci possunt. Pes aeris cubicus non est octingenties pede cubico aquæ minus gravis, nisi quia primus materiæ quantitatem habet octingenties altero minorem: si ergo in pedis cubici spatio collocarentur octingenties totidem aeris moleculæ, quot in aeris pede cubico sunt, massa fieret densitate aquæ æqualis, abjete, & quercu densior, quæ ligna aquæ supernatant.

II. Lux elementis constans multo tenuissimis, ac incredibili celeritate propulsis in speculi cau-

stici

stici focum collecta aurum fundit, lignum incendit, corpora magis compacta, magisque refractaria dividit, & in calcem vertit. Habet ergo materia lucis massam, quæ in velocitatem ducta vim motricem, seu quantitatem motus efficit: ergo notabilis hujus materiæ quantitas in unum collecta, & motu suo destituta massam solidam, resistentem, palpabilem, impenetrabilem, gravitantem, ut cetera corpora sensibilia, efficere posset.

III. Quare ergo aeris, aut lucis materia in notabilem massam collecta, & in moleculas auri, aut marmoris moleculis omnino similes transformata eosdem effectus parere non potest, quos aurum, aut marmor? Si vero aeris aut lucis materia condensatione multa, & modificationibus diversis eosdem effectus parere potest, quos aurum aut marmor; quonam jure asseri poterit, materiam, qua aer, aut lux, aurum, aut marmor componitur alia, quam diversarum modificationum ratione in his corporibus differre?

IV. Notum est, adamantem vehementi igni expositum evaporare, totumque avolare nullo sui vestigio relicto; ut innumeris experimentis constat in Gallicis nunciis relatis anno 1771. pagina 280. Si hæc evolantia adamantis elementa videri possent, quis putaret tenuissima hæc corpora simul conjuncta corpus efficere posse, quale est adamas? Profecto materiam homogeneam respuentibus molestissima erit hæc cobservatio. Idem dicas de auro ad speculi caustici ignem volatili.

150. OBJECTIO III. Inter præcipuas probationes pro elementis insectilibus est metallorum perfectorum immutabilitas. Hæc vero nonne falsa ostenditur experimentis in Academia scientiarum relatis ad annos 1702, & 1707? Illa vero hujusmodi sunt.

Thschirnausen nobili genere in Lusatia natus exeunte sæculo proxime superiore artem invenit crystallinas lentes efficiendi trium, vel quatuor pedum diametro, striis, & bullis carentes.

tes. Celebris Dux Aurelianensis, qui artes, ac optimas disciplinas, saltem æque, ac voluptates amabat, unam ex miris hisce lentibus sibi comparavit, qua Aurelianensis domus regiam Academiam uti finit. Speculum hoc causticum æstivo die, & sudo soli expositum immensam radiorum vim in focum colligit, quos altera minor lens magis adhuc coacervat; horum activitas ardentissimarum fornacum hactenus inventarum vim exsuperat.

Si auri frustum carboni impositum speculi hujus foco objicitur, illico aurum funditur, ebullit, crepitat, in liquidos globulos ad septem, aut octo pollices resilit; hi charta collecti aureum pollinem tenuissimum exhibent. Quum aurum fusum est, si paulum a speculi foco removeatur, ejus pars in fumum flavum abit; pars reliqua in vitrum convertitur, cujus color aurum refert, gravitas tamen vitro major multo minor est auri gravitate. Ergo auri elementa in hoc experimento atteruntur, & naturam mutant. Ergo auri elementa insectilia non sunt, nec immutabilia.

RESPONSIO. Duabus rationibus contra elementorum materiæ immutabilitatem hoc experimentum nihil probat. 1. quia non satis definitum est, esse auri elementa, quæ in vitrum convertuntur: 2. quia etsi hoc verum esset, non propterea sequeretur, auri elementa in se ipsis attrita, & dissecta fuisse.

I. *Demonstratum non est, esse auri elementa, quæ in vitrum convertuntur.* Vitrum hoc ex terreis, & salinis carbonis particulis effici potest a calore ex carbone ipso, & contiguis corporibus in experimento adhibitis exaltatis; seu quæ jam per aerem diffusæ perpetuo simul cum aere in materiam ebullientem ruunt quamdiu experimentum perdurat. Aurum in speculi foco positum in crassiores particulas dispergitur a vehementiori calore propulsas: aurum aliquan-

tu-

fusum ab hoc foco remotum, & minori calori expositum ebullire pergit, & in tenuiores particulas dispergi, quæ fumum evaporantem efficiunt. Dum in experimento aurum a foco remotum in fumum abit, auri elementa in insensibiles particulas dissipantur actione ignis divisas, & disjectas, quin decomponantur, & naturam mutent; & eorum loco succedunt arenæ, & sales ab aere vecti, qui succesive in materia ebulliente coacervantur, & actione ignis vitrificantur (604): hinc vitrum efformatur, quod post experimentum auri loco invenitur (135). Vitrum hoc communi vitro gravius est; in hoc vitro siquidem complures resident auri moleculæ natura non immutata, quas sal & arena alligatas tenent in suis cavitatibus, & a quibus arenæ, & sales vitrificati aureum, quo distinguntur, colorem mutuantur.

Quod auro id ferme & argento in hisce experimentis contingit. Argenti frustum carboni impositum, & speculi foco objectum funditur, ebullit, crepitat, & in guttulas resilit; paulum a foco remotum in fumum abit; & in sua liquida superficie pulvisculum veluti vitreum exhibet, qui dum formatur quoque evaporat, ac propterea massam vitream post experimentum observandam non relinquit. Fortasse pulvis hic vitreus, qui in liquefacti argenti superficie detegitur, arena, & salibus constat, quos aer perpetuo in metallum fusum vehit, & ignis vitrificat statim ac advenerint. At vero quare vitrum hoc in argenti experimentum dissipatur, dum in subsistente massa in auri experimento perseverat? Extra rem omnino quæstio hæc est. In auro aut affinitas supponi potest, aut tenacitas, aut proprietas quæcumque apta arenas, & sales vitrificatos detinere, quæ non item in argento sit. Ferme eadem phænomena præbet speculum causticum in platina metallorum omnium maxime refractario.

II. *Etsi verum esset, auri elementa in vitrum converti, non propterea sequeretur auri elementa in se attrita, aut abrasa fuisse.* In hypothesi, in qua substantia ipsa aurum componens in vitrum conversa est, metalla perfecta, ut & ceteræ substantiæ metallicæ, vera mixta sunt, quorum præcipuæ partes constituentes erunt phlogisticum, & terra elementaris (130). Terra elementaris in metallis perfectis suo phlogistico spoliata, quod in fumum abit, simplex terra remanet apta vitrificari, ut terra ceterarum substantiarum metallicarum: porro hoc in auro vitrificato, ut in plumbo vitrificato, simplicem tantum decompositionem, aut suorum principiorum separationem indicat, ex plurium salium fixorum inter elementaris terræ elementa insertionem, nulla primigeniarum terræ hujus partium mutatione.

151. OBJECTIO IV. Quotidie novæ machinæ, novaque instrumenta conficiuntur apta naturæ vires augere. Quomodo probabitur nunquam inventum iri instrumenta, & machinas, quæ primigenia corporum elementa dissolvant, eorum scilicet partes constituentes, quæ simul conjunctæ integrantes componunt? Quomodo probabitur, chemiam, quæ partes has integrantes dissolvit, ac separat, nunquam & constituentes dissoluturam, quæ & ipsæ sunt infinitis partibus compositæ (62)? Ergo licet primigenia corporum elementa omnium creatorum agentium viribus hactenus obstiterint, non propterea sequitur a creatis viribus conteri non posse.

RESPONSIO. Verosimile est, naturæ actionem nunquam majorem futuram, quam hactenus extiterit: verosimile est, agentia creata nunquam instrumenta inventura, quorum activitate naturæ activitas superetur in urbium incendiis, in ardentibus vulcanorum eruptionibus, in horrendis fulminis, & terræ motus

phæ-

phænomenis, in perpetuo maris æstu, in turbinum, & lucis agitationibus. Ergo verosimile est, creatorum agentium actionem, quæ hactenus primigenia naturæ elementa, quibus constat, permutare non valuit, neque imposterum illis mutationem inducere posse, qua naturæ harmonia, & stabilitas destrueretur.

152. OBJECTIO V. Elementa corporum perpetuo mutantur, dissolvuntur, & iterum componuntur. Elementa ligni, exempli gratia, decomponuntur combustione, aut putrefactione in terræ, ignis, aeris, aquæ elementa, & in sales varios. Elementa hæc decomposita in terras, aut in aerem dispensa iterum in alia elementa componuntur, quibus nova corpora fiunt, fossilia, vegetabilia, alia. Ergo elementorum insecabilitas universæ naturæ theoriæ adversatur.

RESPONSIO. I. Combustio, & putrefactio compositum immutant, ac destruunt, non partes primigenias compositum efficientes: integrantes mixtis partes dissolvunt, non constituentes. Sit ligni atomus congruis constans partibus mixtis terreis, salinis, igneis, aereis, aqueis. Quid in hanc atomum agit combustio, aut putrefactio? particulas heterogeneas dividit, ac sejungit, quarum collectione, & specie determinatur hæc atomus, ut sit lignum potius, quam marmor; non tamen primigenia elementa conterit, quæ sunt hujus atomi partes constituentes. Aeris, ignis, aquæ, terræ moleculæ decompositione ab hac ligni atomo eductæ, extra compositum id ipsum sunt, quod erant in composito, modo commixtionem excipias. Si aquam, oleum, vnum simul commisceam, peculiare mixtum exorietur, in quo singula hæc fluida illud constituentia propriam naturam servant. Trium horum liquorum separatio mixti naturam destruet, non vero trium mixti constitutivorum naturam, Idem dicas de naturali mixtio-

tione, a qua mixtum oritur. Partes constituentes in compositione propriam naturam servant; decompositio eas tantum ab heterogeneis particulis, quibus conjunctæ erant, sejungit.

II. Primigenia corporum elementa, quæ combustio, aut putrefactio sejungit, ac separat in aerem, aut in terram, aut in aquam dispersa, nova mixta componunt aut natura similia, aut, ut sæpius, diversa. Hoc vero in hisce elementis non novas massas, aut figuras indicat, sed tantum novas collectiones, novas mixtiones, novas conjunctiones aut a diversis affinitatis gradibus ea attrahentibus ortas, aut diversa vehicula, quibus deferuntur, aut diversos meatus illis exitum præbentes, aut interdicentes. Sit arbor quævis, cerasus exempli gratia, in horto pluribus diversis arborum speciebus consito. Cerasus hæc non æqualem affinitatem habet elementis omnibus radici proximis; quædam igitur præ ceteris fortius, & copiosius attrahet. Pori, & intimi arboris hujus meatus tum in radicibus terræ succos haurientibus, tum in ramis, & foliis athmosphæricos vapores exsugentibus non æque facilem omnibus elementis orificio occurrentibus aditum præbent: facilius igitur & majori copia elementa quædam, quam alia, arbor excipiet. Hinc foliorum, ramorum, corticis, trunci, fructuum diversitas inde orta, quod cerasus hæc primitivorum elementorum mixtione efficitur, & fœcundatur ab ea diversa, quæ malum, pirumque sibi proximum efficit, ac fœcundat.

SECTIO SECUNDA.

NATURA CORPORUM.

253. OBSERVATIO. NAturæ corporum cognitio est & *principiorum* illa constituentium, & *proprietatum* illa distinguentium cognitio. Hac duplici ratione corpus generatim perpendemus, nullam adhuc peculiarem corporum speciem considerantes.

ARTICULUS PRIMUS.

PRINCIPIA CORPORUM.

254. OBSERVATIO. OMnii tempore novit philosophia, plæraque corpora naturalia decompositione resolvi posse in substantias minus compositas, valde inter se similes, & fere semper easdem, quæcumque sit compositi dissoluti natura. Præcipua hac observatione passim putatum est, diversas corporum species naturam constituentium constare paucis duntaxat simplicioribus substantiis, quarum diversa quantitas corporum omnium tum simplicium, tum compositorum diversitatem efficeret; & quarum unicam corpora simplicia, plures simul mixtas composita continerent.

155. DEFINITIO. Substantiæ hæ simpliciores si ad postremam naturalem decompositionem adductæ supponantur, tunc id erunt, quod *corporum principia* dicitur. Harum simpliciorum substantiarum numerus, & qualitas, seu principiorum in plures diversas sententias philoso-

phos distulit, atque adhuc distrahit, quas modo exponere pergimus.

SENTENTIA I.

Quatuor elementa Aristotelis.

156. EXPLICATIO. ARistoteles vasto, ac profundo ingenio vir, qui philosophiæ nubes aliquot, & magnam lucem induxit; qui omnia simul cognitionum genera complexus dialecticæ leges statuit, recta eloquentiæ ac poeticæ præcepta tradidit, naturam ea perfectione novit, qua sua ætate nosci poterat; at qui nimia fama ætatis suæ, & subsequentium philosophos post se trahens, adverso fato imperium in rationem exercuit, & interpretes haberi meruit obscuro ingenio, & involuto, unde & magistro dedecus pareretur; Aristoteles, inquam, *principia corporum* esse statuit materiam homogeneam in quatuor primigeniorum elementorum species divisam, quæ tantum massis, & figuris distringuerentur, unde formam veluti distinctivam, ac determinantem obtinerent. Quatuor hæc *primigenia elementa* sunt *aer*, *terra*, *aqua*, *ignis*. (187).

Mirum sane videbitur, post recens observata, & inventa a Boylæo, Halesoo, Bechero, Sthalio, & a superiorum ætatum celebrioribus physicis, & chemicis, nunc quoque admittenda esse tamquam principia corporum quatuor illa elementa, quæ Empedocles, & Aristoteles talia esse indicaverant tot sæculis antequam chemicæ cognitiones illuxissent ad hanc veritatem confirmandam necessariæ. Enimvero quacumque ratione chemia corpora dissolvat, & dividat, nihil ex iis unquam præter quatuor hasce substantias eduxit. Initio, ac in prima analysi puræ, simplices, aliæ ab aliis sejunctæ non obtinentur; at quæ a primis separationibus habentur iterum, at-

atque iterum analysi subjectæ tandem nihil aliud exhibent, nisi quatuor hasce substantias, quæ fortasse nondum simplices, tamen ultimus sunt chemicæ analysis terminus; nec ars ulteriorem analysim exihebere valet.

SENTENTIA II.

Materia prima, & secunda Peripateticorum.

157. EXPLICATIO. PEripatetici Aristotelis magistri sui procul dubio doctrinam deformantes *principia corporum* esse statuebant materiam primam, & secundam. *Materiam primam* concipiebant ut subjectum vagum, & indeterminatum, quod ex se nullam habebat formam determinantem, at quod omnes omnino formas admittere poterat. Subjectum hoc vagum, & indeterminatum si quando *formam substantialem* accipiebat, quæcumque ea esset, puta, formam substantialem aeris, aut aquæ, aut ligni, aut saxi, aut lucis propriam; illico quod antea erat materia prima, fiebat *materia secunda* ad peculiarem speciem adducta, aer, aqua, lignum, saxum, lux, pro formæ substantialis illi applicatæ natura.

Per Peripateticos principia corporum erant materia homogenea in diversis corporibus diversa effecta, & distincta ex formarum substantialium diversitate, quæ ejus veluti anima erant. Quævis corporum, & elementorum species peculiarem suam formam substantialem habebat a cujusvis alius corporis substantiali forma diversam, atque distinctam; sicuti anima Alexandri ab anima Pori distincta erat, & ab anima Bucephali diversa.

Vegetabilia ab hominibus, & brutis diversa, sed ut illa animata *animam vegetativam* habebant

bant singula eorum formationi præsidentem, & oportunos terræ succos, & individui, cujus ipsa pars erat, naturæ consentaneos seligentem. Sylvestris arbor insita præter primitivam animam, insiti surculi animam habebat: hac ratione sapidiora poma edebat; aptius enim in illa binæ animæ, quam una agebant. Diversa composita ex hac materia prima, & ex his formis substantialibus diversis proprietatibus donata erant, quarum nulla causa afferebatur; proprietates hæ a materia prima, & a forma substantiali in quavis corporum specie illi conjuncta id erant, quod *qualitates occultas* appellabant. Exempli causa, aqua refrigerabat, quia forma substantialis aquæ qualitate occulta refrigerante prædita erat; ignis urebat, quia ligni forma substantialis qualitatem occultam habebat combustibilem.

Insigne formarum harum substantialium, & qualitatum occultarum peripateticarum vitium est, eas nec definiri, nec concipi posse; easque ad omnia explicanda, nihil explicando, adhiberi.

158. NOTA. Quod hoc absurdum peripateticorum delirium invexit est procul omni dubitatione stolida æquivocatio, qua materiam *abstracte consideratam*, & præcisive cum materia *ut est in se*, & natura sua confuderunt. Materia abstracte, & præcisive considerata, sive ut simplex materia nullam determinatam corporum speciem menti exhibet: est hæc materia prima peripateticorum, quæ ita abstracte, & præcisive existere nequit nisi in ideis præcisivis (*Met.* 114. 112.); & in diversis corporibus necessario existit specificis qualitatibus instructa, a quibus mens præscindere potest eam concipiens, at quibus re ipsa mens eam spoliare nequit. Materia hæc natura homogenea, sed semper, & ubique necessario materia, nullis *formis substantialibus* indiget, ut diversas efformet corporum species:

ad

ad hoc enim diversæ modificationes sufficiunt. (144).

Triangulum generatim mente concipere possum, quin statuam sit ne æquilaterum, scalenum, aut isoscele: attamen triangulum existens unum ex his esse debet. Pari modo materiam in genere concipere possum, quin illam concipiam ut aquam, aut ignem, aut aerem, aut terram, aut aliquid aliud: attamen nulla materia est, quæ aliquid ex his non sit. Materia generatim, materia prima, quæ aliqua forma indigeat, ut sit materia secunda, somnium est, & chimæra.

SENTENTIA III.

Atomi extensa, aut inextensa.

159. EXPLICATIO. PRincipia corporum primigenia Democrito, Epicurro, & Gassendo sunt tantum atomi extensæ, & indivisibiles; Zenoni atomi inextensæ, seu puncta physica; Leibnitio monades simplices, inextensæ, dissimiles, & natura activæ.

Quum jam de materiæ divisibilitate agentes omnia hæc systemata confutaverimus, hic ab horum nova confutatione supersedebimus. (55, 46, 53).

SENTENTIA IV.

Homiomeria Anaxagoræ.

160. EXPLICATIO. ANaxagoras Clazomenius veterum philosophorum absurda systemata despiciens, qui ad rerum universitatem formandam materiam tantum, & casum admittebant, *homiomeriam* excogitavit, seu particularum similarium systema. Ma-

Materia, inquit Anaxagoras, erat tantum principio rudis massa, & informe chaos. Suprema intelligentia, quæ ordinem, & perfectionem amat, rudem hanc, atque informem materiam in plurimas diversas elementorum species elaboravit, ita ut cujusvis speciei elementa a quavis alia specie diversa, omnia inter se similia omnino fuerint. Hæc huic philosopho sunt principia corporum. Similia hæc elementa mira arte minutatim concisa *attractionem* mutuam habent, seu naturalem tendentiam, qua alia ad alia feruntur æqualibus omnino viribus, & qua ad mutuam conjunctionem sollicitata videntur, & a dissimilibus recedere; atque simul concurrentia corpora suæ speciei efformare.

Hac hypothesi Anaxagoras magnum corporum generationis, & reproductionis mysterium explicare contendit. Rerum universitas principio a Deo formata, qui principia disposuit, conservatur permanenter perpetua immutabilium horum principiorum attractione. Corpus animale, humanum, exempli gratia, formatur, & viget propterea quia alimenta, quibus alitur partes continent omnino similes integrantibus partibus sanguinis, venarum, ossium, nervorum, musculorum, pellis, spirituum vitalium, cartilaginum, unguium, capillorum, ceterorumque. *Particulæ* hæ *similares* alimentis mixtæ, & confusæ natura sua partibus humani corporis conjunguntur, quibus similes sunt. Si corpus hoc morte, aut putrefactione dissolvatur, elementa illud componentia per terras, aut per athmosphæram diffusa, semper immutabilia in partes animalium, & vegetabilium coacervantur, quibus analogæ sunt, & quibus iterum eodem modo, & machinamento sequentes generationes efformabunt. Fœtus recens conceptus ex ipsis crescet, & vigebit: homo ex his quæ amiserit reficiet, & permanentem vigorem consequetur. Idem de aliis corporibus dicas. Quercus germen in opor-

tu-

tuno solo consitum paulatim in arborem crescit; propterea quia terra, in qua explicatur, illi successive analogas particulas sufficit, tum ejus trunco, cortici, foliis, fructibus; quæ particulæ attractione sua similaribus hujus germinis partibus junguntur, & adhærent, quo magis explicatur, & ex his ad perfectam proceritatem assurgit.

Poterat ne humana mens Anaxagoræ ætate quidpiam hac hypothesi elegantius excogitare? Si nondum in hac vera physica e tenebris emersa apparet, hic jam elucet præter Dei naturæ auctoris actionem, magni Neutoni attractionis germen, tum chemicarum affinitatum, & molecularum organicarum celebris Buffonii. (*).

SEN-

(*) *Lucretius libro primo hanc hypothesim ita exponit.*

Nunc & Anaxagoræ scrutemur homiomeriam,
Quam Græci memorant, nec nostra dicere lingua
Concedit nobis patrii sermonis egestas:
Sed tamen ipsam rem facile est exponere verbis,
Principium rerum quam dicit, homiomeriam.
Ossa videlicet e pauxillis, atque minutis
Ossibu', sic & de pauxillis, aque minutis
Visceribus viscus gigni, sanguenque creari
Sanguinis inter se multis coeuntibu' guttis:
Ex aurique putat micis consistere posse
Aurum; & de terris terram concrescere parvis;
Ignibus ex ignem, humorem ex humoribus esse:
Cetera consimili fingit ratione, putatque.

SENTENTIA V.

Aqua Thaleti rerum omnium principium.

161. EXPLICATIO. Thales Milesius septem Græciæ sapientum primus & scholæ Jonicæ princeps docuit, aquam esse corporum omnium principium. Sententiam suam in eo statuebat, quod corpora quum dissolverentur in vapores abibant; vapores in pluviam, pluvia in plantas, & fructus.

Opinio hæc jamdiu exoleverat: Vanhelmontii celebre experimentum illam ex oblivione excitavit. Batavus hic quandam terræ quantitatem in vase solitario collocavit, in qua salicis ramum posuit. Hic aeri expositus, & oportune irrigatus arbor effectus est. Arbore extirpato, terra exsicata, & ponderata, ut antea, nihil sui ponderis amisisse inventa fuit. Hinc Vanhelmontius infert, ex aqua tantum salicem hanc crevisse. Præpostera deductio: hinc tantum sequitur (experimento accuratius ab aliis physicis repetito, quod tamen idem ferme est pro inductione a Vanhelmontio facta), *aquam & aerem esse commune vehiculum diversarum substantiarum, seu principiorum corpora componentium.*

I. Aqua fortasse est omnium corporum simplicissimum, & maxime immutabile. Chemici saltem, qui illam decomponere nequeunt, inter primigenia, & immutabilia principia illam recensent. Exiguæ terræ portiones, quæ filtratione, aut distillatione ex ipsa extrahuntur, jure censentur substantia ipsi immixta, & ejus naturæ extranea. Absurdum itaque est arbitrari, aquam decomponi, in terram mutari, in sales, in alia principia ad terrestria corpora efficienda.

II. Aqua manifestam pluribus substantiis sibi ex-

extraneis affinitatem habet 108): eas permeat, dissolutas tenet, secum trahit per vegetantium meatus, quas ibi deponit sensim evaporans in aera, cum quo pariter simplicem, aut complexam affinitatem habet.

III. Aer quoque magnam pluribus exhalationibus affinitatem habet, quas a terra elevat, suis moleculis jungit, & ad magnam, licet diversam altitudinem elevat. Aqua, quæ externos plantarum poros occupat, exhalationes per aerem dispersas attrahit, easque in plantarum intima adducit; ubi succo ascendente, & descendente vectas relinquit partibus plantæ analogis conjunctas, sicuti sensim sive sensu evaporatione dissipatur.

IV. Hinc sequitur, arborem Vanhelmontii formari, & in ingentem massam assurgere potuisse ex aqua, qua irrigata fuit, & extraneas substantias illuc invexit, quin aqua ipsa in totam arboris substantiam conversa sit. Arbor hæc quum appensa fuit, ex parte aqua constabat: aqua enim unum est ex vegetabilium principiis. Ast arbor hæc aqua tantum non constabat: vegetabilia siquidem aliis semper principiis constant, quæ sunt aer, terra, & ignis. Terræ nomen hic, præter *caput mortuum* chemicorum, de quo quamprimum, immensam salium volatilium, & fixorum copiam significat.

163. NOTA. Heraclitus quoque unum tantum corporum principium esse arbitratur; *ignem* scilicet. Ignis, ajebat ipse, in aerem mutatur, aer in pluviam, pluvia in terram, terra in corpora omne genus.

Homo hic semper plorans risum excitare certe volebat, quum pro philosophica hypothesi pueriles has metamorphoses venditaret, quæ nulla verisimilitudine donatæ sunt.

SEN-

SENTENTIA VI.

Tria Cartesii elementa.

163. EXPLICATIO. Cartesius sancte professus, rerum universitatem creatam fuisse, ut habemus ex sacris literis, perpendit deinde qua ratione simplicissima formari potuerit. Da mihi, ajebat Cartesius, materiam homogeneam, & permanentem motum: hæc duo mihi sufficient ad mundum hunc visibilem formandum. Creet Deus materiam homogeneam substantia, & figura, eamque in exiguos cubos similes dividat. In pleno omnibus hisce exiguis cubis æqualibus duplicem indat rotationis motum, alterum circa peculiare cujusque centrum, alterum circa quædam centra communia. Hinc & diversa corporum *principia*, & generalis naturæ *harmonia* exorientur. En tibi siquidem quid ex hac simplicissima, & fœcundissima hypothesi emergere debet. (*fig.* 6)

I. Cubi hi A in pleno circa peculiare cujusque centrum moveri nequeunt, quin eorum anguli violenter diffringantur, & quin undequaque e partibus ita distractis veluti immensa nubes exaltetur partium multo minimarum, quas diffractionis vis celerrime disiiciet, quamque velocitatem perpetuo servabunt. En tibi elementum primum, *materiam subtilem* D, quæ mira velocitate prædita, aptaque figuras omnes sumere, & successive amittere singulari facilitate corpora omnia pervadere potest. Hac materia sol, stellæ, corpora omnia lucida componuntur *Primum elementum materia subtilis motu acta pernicissimo, nullius figuræ tenax.*

II. Cubi hi circa peculiare suum centrum rotari diu nequent, quin affrictu angulares suas partes atterant, & in lævigatos globos sese convertant magnitudine diversos. Alterum hoc elemen-

mentum est, *materia orbicularis* B, cujus moleculæ, & majori massa, & constanti figura a materia subtili diversæ sunt. Materia hæc orbicularis immensa cælorum spatia replet: seu spatia solem, & stellas ab opacis corporibus in suis vorticibus revolutis separantia. *Secundum elementum materia globulosa, materia atherea, seu materia, quæ in globulos efformata athereas implet plagas.*

III. Cubi hi circa proprium centrum in pleno rotari non potuerunt, quin eorum anguli solidi avulsi *massas angulares, & informes* efficerent & a materia orbiculari diversas, quæ veluti cuborum divisorum centrum, & nucleus rotundus est, & a materia subtili, quæ veluti pulvisculus est a majoribus divisionis partibus avulsus, & abrasus. Est hoc tertium elementum, *materia ramosa, & striata* C, maxime varia massis, & irregularis figura, motui parum apta, ad solida, & crassiora corpora efformanda destinata; ramorum, angulorum, cavitatum insertione. Terra, planetæ, cometæ hoc præsertim elemento constant. *Tertium elementum, materia ramosa, materia striata, ex qua solida constantur corpora.*

IV. Tria hæc elementa adhuc inter se mixta & confusa initio temporum in totidem magnas portiones divisa fuerint, quot sunt stellæ fixæ; quælibet vero materiæ ita mixtæ portio impulsionem generalem acceperit, qua tamquam fluidum circa commune centrum rotari coacta fuerit. Hinc per Cartesium magnorum vorticum origo, qui solis mechanicis legibus hanc rerum universitatem confecerunt, aut conficere potuerunt in totidem vortices divisam, quot stellæ fixæ sunt. Sol noster vorticis centrum est, in quo innatant, & circumaguntur planetæ nostri; quique ad proximarum stellarum vortices usque extenditur. Stella quævis alterius vorticis centrum est, cui quoque planetæ nostris similes in-

natant & cui ſtella in centro poſita ſolis loco eſt.

164. EXPERIMENTUM. Si velociter circa axem globus vitreus cavus rotetur. cui tria liquida gravitate diverſa incluſa fuerint, oleum, aqua, mercurio; horum leviſſimum in centro, (ſeu potius ſecundum axem) ſtatuitur; graviſſimum ad periphæriam fertur; tertium medio loco ſiſtitur. Idem, inquit Carteſius, tribus elementis obvenire debuit primitus in vortice permixtis, atque confuſis.

I. *Materia ſubtilis.* elementorum omnium tenuiſſimum, & mobiliſſimum in vorticis centro ſiſti debuit, ibique corpus lucidum, ſeu ſolem efficere.

II. *Materia angularis, & ſtriata*, omnium elementorum graviſſimum, minuſque mobile ulterius propelli debuit pro varia ejus inertia ad vorticis periphæriam. Illic materia hæc ramoſa, & ſtriata temere diffuſa ſucceſſive in globos opacos concreſcere debuit denſitate, & magnitudine diverſos, quos impulſio ſubinde pro diverſa denſitate vorticis centrum verſus progredi faciet.

III. *Materia orbicularis* materia ſubtili craſſior, ramoſa, & ſtriata tenuior medium verſus vorticis, ſeſe ſtatuere debuit. Quum ſecundi hujus elementi globuli non æquales maſſ aubique ſint, in divera ſtrata diſtribui debuerunt, tenujores centro propius, craſſiores remotius.

Quodlibet vorticis ſtratum per tangentem effugere fruſtra nititur; in circulo, aut in ellipſi rotari a ſuperiore ſtrato cogitur, a quo in ſpatio ſuo detinetur, & captivatur. Poſtremum vorticis alicujus, puta ſolaris, ſtratum a poſtremis contigui vorticis ſtratis coercetur: poſtremus vero vorticum omnium in ſuo poſtremo ſtato continetur a ſimplici ulterioris ſpatii defectu in quod poſtremum hoc ſtratum dilatari poſſit.

Vortex quilibet circa commune ſuum cen-

trum

trum, seu circa stellam suam rotatus impulsu suos planetas sibi innatantes secum vehit; sicuti ferme fluvius lignum sibi innatans secum vehit. Planetæ magis a centro remoti ceteris diuturnius tempus in revolutione sua explenda impendunt: quum enim diversa vorticis strata eadem omnia velocitate moveantur, remotiora eo longius tempus in revolutione explenda insumere debent, quo majus illis spatium est percurrendum.

165. NOTA. Hæc est Cartesiani somnii de rerum origine, & artificio synopsis. Non hic præstat philosophum hunc in diversis naturæ partibus sequi, in quibus *tribus* suis *elementis*, & impulsu audax ejus ingenium creatorem imitatum, aut æmulatum varia corpora tum solida, tum fluida confingit, crystalla, & fossilia in terræ sinu elaborat, maris fluctus attollit, & deprimit, athmosphæræ meteora producit, & destruit, animantium, & vegetantium species creat, & propagat, stellarum vortices inter se æquilibrat, planetas, & cometas construit, in cælis opaca corpora in lucida, lucida in opaca transformat. Magna sane in his omnibus ingenii vis. Non satis unquam mirabimur, hominem uno intuitu naturam universam quanta est complecti potuisse, & omnes mundi varietates simplici, & unica hypothesi comprehendere valuisse. Piget, quæ primum naturæ historia putabatur, jam fabulam tantum esse.

Fabulosa hæc hypothesis, cu'us alibi præcipua vitia detegemus, philosophiæ tamen faciem immutavit. Hæc, quæ primum barbaro quodam veterno consepulta jacebat, ingeniosi hujus delirii illecebris excitata cognitionum cupiditatem & veritatis amorem inde hausit. Porro hæc hominum conditio est. Recta via pergere recusantes ab abysso non removentur quin in aliam coniiciantur; nec prius ratione regi se sinunt,

quam illusione decepti fuerint. Hoc Cartesius præstitit.

Ut veterem philosophiam ab inscitia, & præjudiciis propugnatam profligaret, novum & singulare systema condere debuit ad lethargica ætatis suæ ingenia excutienda oportunum. Illud condidit: hominum ingenia expergefacta regnantis philosophiæ inanitatem ridiculam agnoverunt: magna animi contentione ex effectibus rerum causas investigare cœperunt; & ex Cartesii incitamento post plures admissos errores tandem plures utiles veritates detexerunt; veras motus leges statuerunt, & calculo expenderunt; vera rerum principia divinarunt, aut de iis apte conjecerunt; verum mundi systema deprehenderunt, & ex parte saltem tenebris quibus natura obnubebatur disjecerunt.

SENTENTIA VII.

Principia Chemica.

66. DEFINITIO. Chemia scientia est corporum naturam & proprietates ex eorum analysi, & commixtione investigans. Analysis partes corporum constituentes invicem separat. Commixtio (seu ut chemici loquuntur, *combinatio*) nova corpora efficit quasdam corporis alicujus partes constituentes aliis alterius corporis constituentibus partibus conjungens. Inter chemiæ studiosos alii alchemistæ dicuntur, alii chemici tantum.

I. *Alchemistæ*, qui se antonomastice chemicos prædicant, ii sunt, qui lapidem philosophalem efficere elaborant: inania capita, quæ enigmaticis vocibus, & insana spe dumtaxat pascuntur (146). Alchemistæ quoque *adepti* vocantur; *quasi artis chemicæ perfectionem adepti*.

II. Chemici ii sunt, qui utiliter in corporibus dissolvendis, & iterum componendis occupan-

pantur, sive ut eorum naturam agnoscant, sive ut medicinæ, & artibus inserviant.

167. DEFINITIO II. *Analysis chemica* ars est, non integrantes, sed constituentes corporis partes separandi: quod duobus modis obtinetur; aut ignis, aut dissolventium actione. Primus *diversa volatilitati*, alter *diversa dissolubilitati* principiorum corporis dissolvendi innititur.

I. Manifestum est, si in fornacula ad stillandum ponatur corpus, cujus partes constituentes *diversa* gaudeant *volatilitate*; magis volatiles minore caloris gradu exaltatum iri in vapores, quo ceteræ non exaltabuntur. Partes hæ itaque magis volatiles ab aliis sejungentur, ad superiora efferentur, & seorsim colligentur. Caloris gradus aliquanto major alias subinde partes minus primis volatiles, aliis reliquis magis volatiles attollet, quæ quoque ad superiora ferentur, & adhuc seorsim colligentur. Hac methodo successive calorem augendo partes successive extractæ obtinebuntur diversis elementorum corporeorum volatilitatibus respondentes.

II. Manifestum est, si corpus partes constituentes habeat *diversa dissolubilitate* præditas, menstruum, quod nonnullas solvet, alias non soluturum; poterunt ergo partes hæ invicem separari. Exempli causa, si massa sit ex auro, & argento conflata, aqua fortis argentum solvet, non aurum; habebimus ergo aurum ab argento separatum.

PRINCIPIA PARACELSISTARUM.

168. EXPLICATIO. Chemici medii ævi, ætate ferme Paracelsi, primigenia corporum principia esse censuerunt quæ ex chemica analysi obtinebantur, seu substantias, quæ ex corporum decompositione emergunt. Quinque ex his admiserunt, *mercurium*, seu spiritum, *phlegma*, sive aquam, *sulphur*, sive oleum, *sal*, & *terram*.

rum. Quinque hæc dicta fuerunt *principia Paracelsistarum* a Paracelso medico, & chemico ætatis suæ maximo Einstdelnii prope Tigurum nato anno 1493, mortuo vero Salisburgi anno 1541.

I. *Mercurii* nomine vocabant quidquid magis volatile, evaporans, aptum gustum, & olfactum afficere in corporum analysi inveniebant.

II. *Phlegma* vocabant quidquid aquei non inflammabilis e corporibus educebant.

III. *Sulphuris* nomine designabant non materias sulphureas tantum, & sulphur commune, sed & olea quævis, & quidquid inflammabile e corporibus educebant.

IV. Generatim *sal* vocabant materias quasvis salinas cujuscumque naturæ, quas analysi obtinebant.

V. *Terra* nomine quidquid fixum ex analysi remanet complectebantur. En tibi hujus chemicæ analysis, quæ *distillatio* dicitur, exemplum.

Analysis chemica.

169. EXPERIMENTUM. Ad fornacem ad stillandum ponitur vinum in cucurbita vitrea L. Effectus hi sunt (*fig.* 9).

I. E cucurbita L primum in capitellum M tenuis vapor attollitur, quem concha refrigerans P in liquorem convertit, qui in recipiens O descendit: principium hoc omnium decomponendorum maxime activum, & volatile idest, quod chemici *spiritum*, aut *mercurium* vocant. Apparet jam mercurium chemicum nihil cum mercurio fossili commune habere. (128).

II. Sublimato mercurio ex eadem cucurbita æque in capitellum attolitur alius liquor insipidus: principium hoc magis aqueum, & minus sapidum est *phlegma*.

III. Sublimato mercurio, & phlegmate in cucur-

curbita L remanet materia viscida, quæ in similem terream cucurbitam translata, & vehementiori igni exposita in sublimatione primum liquorem insipidum exhibet, deinde alium quoque insipidum liquorem, tertio liquorem acidum, quarto liquorem viscidum. Prima duo ad phlegma referri possunt: duo postrema illa sunt, quæ *olea* dicuntur.

IV. His peractis sedimentum in cucurbita remanet, quod comburitur, & in cinerem solvitur. Cineres hi calida dissolvuntur: per chartam aqua hæc percolatur: sales aqua mixti, & soluti secum per chartæ poros transeunt, & in suppositum receptaculum colliguntur. Materia crassa chartæ adhærens *terra* est, quæ quoque a chemicis *caput mortuum* appellatur.

V. Aqua salibus imbuta ad ignem ponitur donec tota in vapores abierit. Quod remanet id est, quod *sales fixos* dicunt.

170. NOTA I. Eadem ferme ratione cetera corpora decomponi possunt, exempli gratia, animalium sanguis, adeps, medulla, carnes; tum plæraque vegetabilia, & fossilia nonnulla. Quum horum corporum principia *diversa volatilitate* donata sint, si in cucurbita L fornaci chemicæ imponantur; quidquid magis volatile est ignis actione primum exaltatur: mercurius hic est, aut spiritus: partes magis fixæ, & refractariæ ignis vi exaltari nequeunt: sunt hæ terra, & sales fixi: quæ mediam volatilitatem habent earum visciditate diutius detentæ, successive separantur, & exhalant pro vario adhæsionis gradu: hujusmodi sunt principia aquea, & oleosa. (*fig.* 9.).

Simili artificio *distillatio* fit, quo oportuno calore fluida, & volatilia corporum principia separantur, & colliguntur. Si in cucurbita EH, sive LM ponatur aqua, vinum, aut aliud corpus ad stillandum; magis volatiles, agilesque horum corporum partes separabuntur, & o-

mnium primæ exaltabuntur, tum in recipientia G, aut O descendent, a quibus separata extrahi poterunt. Recipientia hæc G, & O, quæ cucurbitis EH, aut LM communicant, claudi hermetice non debent; vis enim immensa vaporis aquei eas diffringeret.

Eodem modo stillari possunt aquæ thermales, salsæ maris, & fontium quorundam. Partes aqueæ, & aquæ immixtæ magis volatiles successive evaporabunt, & attollentur; & in cucurbita remanebit tantum pars fixa, nec volatilis, quæ seorsim observari, & resolvi poterit.

171. NOTA II. *Balneum* a chemicis vocatur corpus quodvis, quo utuntur ad calorem corporibus igne dissolvendis transmittendum. Materiæ, quarum frequentior usus, sunt aqua, & arena.

I. Si cucurbita, aut vas aliud materiam dissolvendam continens vasi aqua pleno imponatur, quæ magis, minusque ad ebullitionem usque calefiat; erit hoc, quod dicitur *balneum mariæ*.

II. Si recipiens materiam dissolvendam continens vasi arena pleno imponatur, quod magis, minusque ad incandescentiam usque torreatur, erit hoc *balneum arenæ*.

Quum ebullitio sit maximus caloris gradus, qui in vase aperto obtineri possit, sequitur, hac methodo constantem caloris gradum corpori dissolvendo tribui posse. Quum majori caloris gradu, quam quem aqua ebulliens obtinet, indigemus, tunc balneo arenæ utimur. Balnea hæc duo alternatim in chemicis officinis adhibita sufficiunt ad corporum omnium analysim, quæ igne dissolvenda sint.

Sales chemici.

172. DESCRIPTIO. *Salis* nomine generatim vocantur, ut jam monuimus, corpora omnia apta

pta gustum afficere, & in aqua dissolvi. Substantiæ salinæ binis principiis passim constant, quæ chemia separat, *principio acido* scilicet, & *alkalico*. Primum est veluti spiritus, alterum est compositi veluti corpus. Quod a chemicis *acidum* dicitur, est liquor acer, gravis, acidus, causticus, qui passim a salibus distillatione educitur: pars salis, a qua liquor hic acidus educitur, *alkali* vocatur.

Sales chemici præcipue in acidos, & in alkali, in fixos, & volatiles dividuntur. Sunt hæ divisiones genericæ, quæ in immensam aliarum divisionum seriem separantur, quas nimis vanum, & prolixum esset persequi, & explicare.

Acida.

173. DESCRIPTIO. *Acida* substantiæ sunt sapore vere acido, aut acri. Hinc nomen illis inditum fuit.

I. Acida omnibus fere corporibus conjungi nituntur, præcipue vero minus compositis, cujusmodi sunt phlogisticum, alkali, terræ absorbentes, aqua, & oleum.

II. Acida maxime concentrata (evaporatione scilicet, aut distillatione, aut alia ope chemica extraneis materiis, & aquæ ipsorum salinæ naturæ superflua exuta) deglutita aliqua nimia quantitate, maxime caustica, & verum venenum sunt. Qualitas hæc illis inest a magna activitate, qua aliis corporibus jungi nituntur, quæ penetrant, & discerpunt iis sese sua affinitate inserendo (112). Meliora contra hæc antidota sunt substantiæ alkalicæ, salinæ, & terreæ, olea, lac, aqua: quibus substantiis acida maximam habent affinitatem, & quibus vehementer absorberi anhelant; quo fit, ut a corporis animalis partibus non ebibantur.

III. Acida, pro substantiis, a quibus educuntur,

tur, in acida fossilia, vegetabila, & animalia, seu volatilia dividuntur. Præcipue quoque dividuntur in acidum marinum, nitrosum, & vitriolicum. Postremum hoc omnium acidorum violentissimum est, imo fortasse acidum unicum, cujus reliqua modificationes tantum sunt.

IV. Fere nunquam acida sicca, seu forma concreta obtinentur; tantam enim sales hi aquæ affinitatem habent, ut quum id tantum habent, quod necessarium illis est, ut sales sint, avide aquam arripiunt statim, ac illam attingere possunt; quum vero athmosphæra semper magis minusque aqueis vaporibus prægnans sit; sufficit aeris contactus, a quo humorem ebibunt, ut fluida fiant.

Alkali.

174. DESCRIPTIO. *Alkali* substantiæ sunt acri, & caustico sapore, terra, acido, & aliquo phlogistico compositæ. Hæc enim principia sunt, quæ ex illis chemia nova analysi educit. Alkali aut fixa sunt, aut volatilia pro majori, minorive eorum dispositione, ut exaltentur, & in vapores abeant quum ignis actioni subiiciuntur. Sales e cineribus animalibus, & vegetabilibus extracti vera alkali fixa sunt, quæ ignis actio maxima suorum acidorum parte spoliavit, quæque in vapores attollere nequivit. Facile alkali fixa, & volatilia sicca, & concreta forma obtinentur.

I. Alkali fixa modicò igne funduntur, & fusione terras omnes dissolvunt. Vehementissimo igne in vitrum mutantur; & vitrificatione insolubilia in aqua fiunt; imo verosimiliter & salinam naturam amittunt.

II. Alkali, ut acida, optima dissolventia sunt: sales omnes basi terrea metallica dissolvunt: has substantias separant, earumque acidis

dis junguntur, quibus maximam habent affinitatem.

III. Alkali, ut acida, pro substantiis, a quibus educuntur, in alkali fossilia, vegetabilia, & animalia dividuntur: postrema hæc passim alkali volatilia nuncupantur.

Sales neutri.

175. DESCRIPTIO. Olim *sales neutri* illi tantum vocabantur, qui acido, & alkali simul ad saturationem junctis constabant; ita ut in iis nulla acida proprietas alkalicæ præstaret, nec alkalica acidæ. Nunc sales neutri vocantur omnes acidorum *combinationes* cum substantiis, quibus jungi possunt ita, ut hac conjunctione qualitates acidum indicantes magna saltem ex parte amittant; hoc contingit quum quædam acida quibusdam terreis, & metallicis substantiis conjunguntur. Chemia innumeros diversos sales neutros exhibet.

Sal commune.

176. *Sal commune* (127), est sal neutrum perfectum peculiari acido, & alkali compositum. Sal commune in suum acidum, & alkali vel vehementissimo igne resolvi nequit. Ad hanc analysim media adhibenda sunt apta hæc principia sejungere, unum arripere, alterum præcipitare. Media hæc sunt acidum vitriolicum, acidum nitrosum, & sal sedativum.

Sal commune magna copia materiis animalibus commixtum a corruptione eas præservat: parva copia hisce iisdem materiis commixtum, ut in cibis, earum corruptionem juvat, & accelerat. Effectus hic singularis plurium illustrium medicorum, & chemicorum experimentis comprobatus probat, sal cibis nostris commixtum

 di-

digestionem juvare, quae horum ciborum inchoata corruptio est.

Sales essentiales.

177. DESCRIPTIO. Chemia *sales essentiales* vocat materias omnes salinas concretas, quae corporum, a quibus eductae sunt, odorem, saporem, & praecipuas alias qualitates servant. Fossilia sales essentiales non praebent: inter animales, & vegetabiles. substantias, quae solae sales hos dare possunt, aliae sunt, quae nullos exhibent; in analysi enim eorum sales naturam mutant. Sales hi *essentiales* dicuntur certe quia naturam, & essentiam in distillatione, ut ceteri, non mutant.

RECENTIORUM CHEMICORUM PRINCIPIA.

178. EXPLICATIO. Quum animadvertissent recentiores chemici Paracelsistarum principia esse ipsa vera composita ulterius apta decomponi, simpliciora ea efficere nova analysi studuerunt.

I. Iteratis celebriorum chemicorum, & physicorum experimentis jam constat, mixta quatuor tantum primigeniis principiis componi inter se diversis, in omnibus speciebus, atque individuis valde similibus. Quatuor haec primigenia principia sunt aqua, aer, terra, & ignis.

II. Quocumque modo corpus quodvis analysi subiiciatur quatuor hae substantiae tantum ex illo educi possunt, quae in primis chemicis operationibus simul commixtae, iteratis resolutionibus tandem postremus chemicae analysis terminus evadunt. Hinc sequitur, jure quatuor haec elementa pro primigeniis corporum omnium principiis haberi. Brevem modo eorum notionem dabimus, ampliorem de illis singillatim postmodum tractationem exhibituri.

Aqua

Aqua principium corporum.

179. OBSERVATIO. *Aqua* corpus videtur ſimplex, & immutabile: nulla chemica analyſi decomponi poteſt: nullum experimentum probat, ejus moleculas eſſe maſſa, aut figura heterogeneas (94, 145).

Innumeris experimentis, & iterata analyſi chemica certum eſt, aquam tamquam principium, (ſeu partem conſtituentem) in omnibus animalibus, & vegetabilibus corporibus inveniri: nullum tamen experimentum probavit hactenus, aquam materias metallicas, & lapides vitrificabiles tamquam principium ingredi. Si aqua binarum harum ſubſtantiarum ſpecies componit, ita illis adhærere debet, ut nulla chemiæ arte ab his ſeparari poſſit.

Aer principium corporum.

180. OBSERVATIO. Aer acidum eſt inviſibile, elaſticum, comprimibile, maxima copia plærorumque mixtorum compoſitionem ingrediens; ſicuti Boylæi, & Haleſii experimentis apparet. Duplici diverſo ſtatu aer in corporibus eſſe videtur.

I. In quibuſdam corporibus, & aliquando aer corporum partibus tantum integrantibus intermixtus invenitur, quin his adhæreat, aut horum corporum ſit pars conſtituens. Hujuſmodi aer eſt ſpongiæ poris, panis, corporumque ſimilium inſertus. Horum corporum compreſſio facile illum ab his corporibus eiicit, quin iis junguntur, quin vel ſuam elaſticitatem, vel ullam ex peculiaribus ſuis proprietatibus amittat.

II. Aer in aliis corporibus, aliiſque circumſtantiis integrantibus eorum partibus ita conjunctus, & commixtus eſt, ut ipſe una ſit ex conſti-

ſtituentibus eorum partibus; nec ſeparari poſſit, quin eorum natura deſtruatur. Aër ita *combinatus* elaterio ſuo orbatus videtur, quod non niſi corporis, cujus pars eſt, diſſolutione recuperat. Recentiorum phyſicorum experimentis conſtat, ut alibi docebimus (729), ligni querni pollicem cubicum igne decompoſitum 256 aeris pollices cubicos præbere. Probat hoc, aerem, qui ligni hujus pars conſtituens erat, ibi ad volumen coactum fuiſſe ſaltem ducenties quinquagies ſexies minus, quam in noſtra athmoſphæra ſit.

III. Etſi aerearum molecularum figuram obſervare nequeamus, veroſimile eſt eas non omnes ſimiles eſſe; imo plurimas eſſe ſpecie diverſas, indeſtructibiles omnes, & immutabiles; ut in ſoni theoria oſtendemus, cujus varietas non niſi diverſis ſuppoſitis aerearum molecularum ſpeciebus explicari poteſt. (771).

Terra principium corporum.

181. OBSERVATIO. Dubitari nequit, *terram* innumerorum corporum principium, ſeu partem conſtituentem eſſe. Poſtquam enim chemia artem omnem adhibuit, ut quo uſque progredi poteſt mixtorum corporum analyſim extenderet, ſemper *materia fixa, & ſolida* remanet, quæ non amplius mutari poteſt. Fixæ huic, ſolidæque materiæ phyſica, & chemia genericum *terræ* nomen indidit; fixitate ſiquidem, gravitate, ſoliditate, ceteriſque proprietatibus, quibus globus terreſtris, donata eſt.

At vero quænam hujus principii natura eſt? datur ne unica terrei elementi ſpecies, aut plures dantur? Hoc non ita pronum eſt definire.

182. SENTENTIA I. Celebres phyſici nonnulli unicam tantum admittunt *terræ elementaris* ſpeciem ſuis elementis omnino ſimilem. Sententiæ hujus auctores, ac propugnatores ſunt Scha-

Sthalius, & Maquerius, viri de chemia optime meriti. Tamquam principium assumunt, substantias natura terreas habendas esse eas omnes, quarum partes constituentes *fixitate*, *gravitate*, *soliditate*, *infusibilitate* ab aliis elementis principiis, aere scilicet, aqua, & igne, magis differunt: ajunt, inter substantias has natura terreas terram antonomastice censendam esse, ac ut terram peculiari modo elementarem eam, quæ majori gradu his gaudeat quatuor qualitatibus; eam scilicet, quam chemici *terram vitrificabilem* nuncupant; eam, cujus partes integrantes conjunctæ lapides præduros, diaphanos perfecte albos efformant; cujusmodi sunt adamas, & crystallum montanum, quum perfecte puri sunt nullo colore, nec odore; substantias ceteras natura terreas, in quibus deteriori gradu hæ qualitates inveniuntur tales esse, ut in iis terreum elementum aliis elementis principiis magis minusque conjunctum, atque commixtum sit.

183. SENTENTIA II. Plærique alii illustres physici potiori jure specierum multiplicitatem in terreo elemento admittunt; atque asserunt, terrea elementa, quibus, exempli gratia, metalla constant, aut massa, aut figura, aut utraque ab elementis terreis differre, quibus silex, adamas, lignum componitur. Per primæ sententiæ assertores terrea elementa natura, massa, figura homogenea sunt: nec nisi quatuor elementorum principiorum mixtione corpora inter se differunt. Per alterius sententiæ asseclas terrea elementa natura homogenea sunt, massa, & figura heterogenea: corpora natura terrea inter se differunt & terreorum elementorum, quibus constant, diversitate, & diversa horum elementorum terreorum cum ceteris principiis commixtione.

Verosimillimum est, plures diversas haberi elementorum species in aeris massa, ut jam indi-

dicavimus, & alibi probabimus (771). Egregiis Neutoni experimentis de luce constat, septem saltem dari in lucis massa radiorum species (867). Quare, & quo jure eandem diversitatem in terræ elementaris elementis admittere recusabimus? Quare natura, quæ diversas effecit aeris moleculas, tum lucis, aut ignis, nullam terræ moleculis diversitatem induxerit, in qua adhuc magis necessaria videtur hæc diversitas, ut varia admodum corporum phænomena explicentur?

184. NOTA Principiis hisce, ac rationibus ducti plærique chemici varias tradunt terreorum elementorum divisiones, exempli gratia, in terram vitrificabilem, argillaceam, calcariam, mercurialem illa distribuendo; atque hæ genericæ divisiones plurimas alias peculiares divisiones admittunt.

I. *Terra vitrificabilis* dicitur terrarum substantiarum purissima, simplicissima, magis elementaris, magisque fusioni refractaria: cujusmodi est, quæ adamantem, & crystallum montanum componit, purissima corpora colore, & odore carentia. Lapides hac terra compositi ceteris duriores sunt; igniario percussi scintillas emittunt, quin & quum invicem colliduntur; tunc tamen ignis hic intimus est, qui exterius scintillas non jacit: hoc phænomenon illis cum vitro commune est, & cum testa Synensi, quodque ab electricitate pendere videtur, de qua alibi.

II. *Terra argillacea* dicitur peculiaris terræ species multum ubique abundans, cum acidis non fermentans, in aqua bibula, & intumescens, igne durescens, nec in vitrum nec in calcem sese convertens. Verosimile est, terram hanc sua affinitate cum aqua magnam in vegetabilium compositione partem habere. Terra argillacea admodum terræ, quam *marnam* dicunt, consimilis est, atque hæc terræ vegetabili, de qua alibi fusius. (504).

III.

III. *Terra calcaria* dicitur ſubſtantia quævis terræ, & lapidea, quæ igni expoſita calcis vivæ naturam induat. Quum ſubſtantiæ hæ in calcem abeunt ponderis ſui, & firmitatis partem amittunt; ignis enim vis magnam illis aquæ partem adimit, qua componebantur. At quum poſtremæ hujus aquæ partes arctiſſime a terra detineantur, igne violentiſſimo opus eſt, ut illam prorſus amittant: porro in hoc potiſſimum terræ calcariæ in calcem vivam mutatio ſita eſt. Maxima calcis vivæ cum aqua affinitas efficit, ut eam avide arripiat, unde effervefcentia oritur, & ſenſibilis calor. Lapides calcarii ſemper lapidibus vitrificabilibus minus duri, ignario percuſſi ſcintillas non emittunt quum puri ſunt, nec aliis ſubſtantiis permixti.

IV. Becherus *terram mercurialem* vocat ſubſtantiam natura terream, quæ phlogiſtico, ſeu principio inflammabili commixta ſubſtantias metallicas componit.

Buffonius elementum terreum in duas genericas claſſes partitur, in terras ſcilicet vitrificabiles, & calcarias. Argilla, & ſilex, marna, & lapis cenſeri poſſunt, inquit ipſe, veluti duo harum claſſium extrema, quarum intervalla ferme infinita mixtorum varietate replentur, quorum baſis alterutra ex his materiis ſemper eſt.

Ignis principium corporum.

185. DESCRIPTIO. Ignis, de quo alibi ampliorem theoriam trademus (1047), in duobus admodum diverſis ſtatibus conſiderari poteſt; primo ut liber, purus, nullius compoſiti pars; deinde uti combinatus, aut tamquam innumerorum corporum pars conſtituens. In primo ſtatu dicitur *ignis elementaris*; in altero vocatur *phlogiſticum*, ſeu pars inflammabilis.

I. Ignis purus, elementaris eſt collectio partium

tium materiæ ſimplicis, immutabilis, tenuiſſimæ ferme infinitum, ſemper vel ſe moventis, vel ad motum diſpoſitæ. Eſt hic magnus motor, naturæ agens univerſale, a quo animatur, & viget. Sicuti generali, & peculiari attractione cetera omnia elementa, & principia ad conjunctionem, & quietem tendunt; ita actione ignis eadem hæc elementa, & principia ad ſeparationem, & diviſionem tendunt. Ablata ignis actione corpora omnia liquida, & fluida in maſſas ſolidas mutarentur: ignis actione, quo magis minuſque penetrantur, mutua ſuarum partium attractio tollitur, aut plurimum minuitur; & univerſa maſſa reſpectivam in partibus ſuis omnibus mobilitatem ſervat. In corporibus ſolidis partium adhæſio tanto minor eſt, quo majori ignis elementaris copia corpora hæc permeantur; qui in eorum poris deliteſcat, & moveatur, quia eorum elementis conjunctus ſit. A perpetuo hoc ignem inter, & attractionem confllictu innumera procedunt phænomena in corporum compoſitione, & diſſolutione.

II. Sicuti tria prima elementa, aqua, terra, & aer inter ſe conjunguntur ex ſuis affinitatibus, & conjunctione naturam mutant; ita ignis purus elementaris quibuſdam corporibus ſua affinitate conjungitur, & conjunctione naturam mutat. Hujuſmodi eſt ignis in corporibus combuſtibilibus, in quibus non amplius ignis eſt purus, elementaris, liber, & agens, ſed *combinatus*, & natura mutatus, aliis ſubſtantiis alligatus, atque conjunctus, ſua fluiditate, & naturali activitate ſpoliatus, uno verbo phlogiſticum. (1053).

186. NOTA. Phyſici, & chemici in diverſas de phlogiſtici, ſeu partis corporum inflammabilis natura, ſententias abeunt. Aliqui cum illuſtri Sthalio cenſent, phlogiſticum non eſſe ignem elementarem, qui ſemper in ſtatu aggregationis ſeſe movens motum amittit quum ſubſtan-

ſtantiis conjungitur, quibus affinitate adhæret & commiſcetur. Porro hanc ſententiam jam nunc amplectimur, eam luculentius deinceps probaturi. Alii cum Boerhavio ſuſpicantur, phlogiſticum quintum quoddam elementum primigenium eſſe ab aere, aqua, terra, & igne diſtinctum, & æque, ac iſta immutabile. In hac hypotheſi combuſtio corporum ignis elementaris maſſam non augeret: tantum phlogiſticum elementum a conjunctionibus liberaret, quibus tenebatur in corpore, quod conſumitur; illudque diſponeret, ut ſubſtantiis ſimilibus a natura perpetuo renovatis conjungeretur. Qui hanc de phlogiſtico ſententiam amplectuntur, quamdam progreſſionis ſpeciem inter diverſa corporum principia dari arbitrantur; hanc ſcilicet: terra eſt ad aquam, ut aqua ad aerem, ut aer ad phlogiſticum, ut hoc ad ignem elementarem.

I. In quavis hypotheſi de phlogiſtici natura, ſive ignis elementaris ſit aliis ſubſtantiis conjunctus, ſive peculiaris ſit ipſe ſubſtantia; veroſimile eſt, principium hoc, ut aerem, & lucem, & terreum elementum, moleculis ſpecie diverſis componi, quarum aliæ elementis corporum naturam componentium affinitatem habent, aliæ non item; plurimum enim phlogiſtici corporibus combuſtibilibus ineſt, incombuſtibilibus nihil, aut parum admodum.

II. Quæcumque phlogiſtici natura ſit, chemia artem reperit quibuſdam corporibus phlogiſticum adimendi, illudque in alias ſubſtantias transferendi. Quæ ſubſtantiæ in naturali ſtatu odore, colore, ſapore carent, fere ſemper conjunctione cum phlogiſtico in illas translato has qualitates obtinent. Hac ratione phyſici, & chemici phlogiſticum odorum, colorum, & ſaporum principium eſſe arbitrantur.

HO-

HARUM OBSERVATIONUM CONSECTARIUM.

PROPOSITIO.

187. *Corporum naturalium principia sunt quatuor recentioris chemiæ elementa, terra, aqua, aer, ignis, natura homogenea, massa, & figura heterogenea.*

DEMONSTRATIO. Experientia, & ratio concordes probant propositionem hanc, unde huic genericæ physicæ veritati lux ea omnis affulget, ac certitudo tribuitur, quam admittere possit.

I. Docet experientia, diversa corpora naturalia chemicæ analysi subjecta utcumque probata, postremo tantum hæc quatuor elementa exhibere, nec ista ulterius decomponi posse. Optimo itaque jure censemus, in corporibus hæc tantum quatuor elementa contineri; in corporibus vero naturam, essentiam, varietatem a varia horum elementorum portione, & commixione progigni.

II. Ratio docet, quatuor hæc principia natura homogenea, massa, & figura heterogenea abunde sufficere ad miram naturæ varietatem explicandam (144): Ne igitur inepte, & sine causa principia multiplicentur, non alia, præter quatuor recentioris chemiæ elementa, principia sunt admittenda. Q. E. D.

188. COROLLARIUM I *Corporum materia eadem est in omnibus corporibus*; est enim homogenea, & perfecte in omnibus corporibus, uti materia, natura similis. (143).

189. COROLLARIUM II. *Forma corporum, sive id, quod species a specie differt, tantum est diversitas accidentium, quibus elementa distinguuntur.* Scilicet aut massæ, aut figuræ, aut motus, aut affinitatis horum elementorum diversitas; hac enim accidentium in elementis diver-

versitate, quæ corporum principia sunt, satis mira naturæ varietas explicatur, qua fit, ut una corporum species ab alia essentia ipsa differat. (144).

190. COROLLARIUM III. *Sensibiles corporum qualitates, ut odor, color, sapor, amaror, dulcedo, calor, frigus, aliaque causam agnoscunt non occultas qualitates materiæ inhærentes, & a materia, ejusque accidentibus distinctas, sed tantum materiam homogeneam diversis accidentibus variatam.*

DEMONSTRATIO. Eo ipso, quod materia homogenea concipiatur in elementa divisa massa, figura, motu, adhæsione infinite varia, concipitur quoque materia hæc, nullo alio adjumento, apta innumeras diversas sensationes in nobis excitare. Patet siquidem, ab elementis sphæricis sensationem produci debere ab angularibus diversam; ita quoque elementa quiescentia diversam parare debere ab iis, quæ vario motu percita sunt; inter se adhærentia a sejunctis diversam; majori massa donata diversam a tenujoribus; atque ita de ceteris. Ergo esto philosophico axiomate, causas, principia, entia sine necessitate, & sine ratione non esse multiplicanda, ad occultas peripateticorum vires, & qualitates non est confugiendum, quæ nec definiri possunt, nec concipi, ut sensiles corporum qualitates explicentur, quæ sola accidentium diversitate optime explicantur. Ergo saccharum in se dulce non est, nec absynthium amarum, nec purpura rubra, nec glacies frigida, nec ignis calidus ex aliquo a materia, & ab accidentibus distincto materiæ saccharum, absynthium, purpuram, glaciem, ignem componentis (874). Præjudicio itaque, non ratione in corporibus qualitates, vires, existendi modos imaginantur natura similes sensationibus ab eorum moleculis massa, figura, motu diversis in nobis excitatis. Q. E. D.

191.

191. COROLLARIUM IV. *Vegetabilia anima vegetativa non sunt instructa, ut volebant peripatetici, a materia, ejusque modificationibus distincta.* Experientia siquidem, & observatio in plantis quibusque non nisi motus locales nobis exhibent a generalibus impulsionis, & attractionis legibus pendentes, & generalibus mechanicæ legibus conformes.

OBJECTIONES CONFUTANDÆ.

192. OBJECTIO I. Ex nostris principiis sequitur, diversas corporum species non nisi per accidentia invicem differre; specie enim a specie puta aurum a crystallo non nisi accidentium diversitate differt.

RESPONSIO. Diversa corpora alia ab aliis essentia differunt; natura siquidem in duabus speciebus diversa differunt. At vero natura hæc essentialiter in duabus speciebus diversa haberi potest ex accidentium collectione in una omnino ab alterius accidentium collectione diversa. Facile enim concipitur, etsi substantia homogenea sit, corpus conjunctis, & quiescentibus elementis conflatum omnino natura, proprietatibus, effectibus a corpore diversum esse debere elementis sejunctis, & motu percitis composito. Ergo sola accidentium diversitas naturæ, & essentiæ diversitatem duobus corporibus tribuere potest. Ut omnis hac in re æquivocatio tollatur essentialis materiæ forma ab essentiali corporum forma est apte distinguenda.

I. *Essentialem materiæ formam* voco proprietatem illam, qua materia constituitur materia, & ab omni non materia differt. Evidens est, hanc materiæ proprietatem nequaquam ab accidentibus pendere, de quibus sermo. Facile enim concipitur, elementum cubicum non desiturum esse materiam si sphæricum fiat, aut pyramidale; nec elementum quiescens desiturum esse ma-

materiam si moveatur, nec solitarium, si simili, aut dissimili elemento conjungatur. Alibi ostendimus, hanc essentialem materiæ formam semper indefessas philosophorum indagines delusisse. (*Met.* 714).

II. *Essentialem corporum formam*, quum in statu aggregationis, & compositionis considerantur, appello distinctivam proprietatem illam, qua compositum ab alio composito differt; & ajo, proprietatem hanc tantum, & unice expurgare ab accidentium collectione in duabus corporum speciebus diversa. Hæc accidentium collectio materiæ compositi, sive elementis compositum hoc efficientibus accidentalis est; potest enim compositi materia hanc accidentium electionem amittere quin materia esse desinat; at hæc accidentium collectio composito ut composito ut tali corpori essentialis est; nequit enim hoc compositum his accidentibus privari, quin tale compositum, tale corpus esse desinat.

Diversitas materiæ a diversitate oritur massarum, & figurarum, quibus immutabiliter primigenia elementa, & quævis eorum species donata est. *Diversitas corporum*, seu compositorum oritur a diversa horum variorum elementorum in unum collectorum mixtione, specie, conjunctione, affinitate, motu, quiete, positione, contiguitate.

193. OBJECTIO II. Nos sensus monet, verum calorem ardenti torri inesse, verum amarorem absynthii folio, veram dulcedinem sacchari frusto. Docet ratio id, quod in igne, in saccharo, in absynthio sensimus, nec materiæ, nec ejus accidentibus esse simile. Ergo re ipsa corporibus insunt sensiles qualitates a materia, ejusque accidentibus distinctæ.

RESPONSIO I. Sensus monet, torrem accensum, absynthii folium, sacchari frustum corpora esse apta determinatam impressionem sensibus nostris efficere; non tamen dicit sensus, his corporibus quidpiam inesse, quod ullo mo-

do sensationibus nostris simile sit. (*Met.* 204)

II. Docet ratio, sensationem caloris, amaritiei, dulcedinis nec materiæ, nec materiæ accidentibus similem esse; hæc enim sensatio spiritualis animæ modificatio tantum est. At non dicit ratio, igni, saccharo, absynthio quidpiam inesse, aut qualitatem, aut existendi modum, cujus sensatio nostra imago, aut expressio sit; corpora siquidem diversas nobis sensationes parere possunt sola materialium impressionum in organa nostra diversitate, ut fusius in metaphysica explicavimus; & sola accidentium diversitas satis est, ut in infinitum variæ sint corporum in organa nostra impressiones. (190)

194. OBJECTIO III. Plantæ sunt, uti sensitiva, quæ sensu præditæ esse videntur: ergo peripateticorum opinio plantis animam a materia, ejusque accidentibus distinctam tribuentium fortasse non ita fundamento, ut putatur, est destituta.

RESPONSIO. Sensitiva per Turnefortium planta est unicum truncum germinans pedem, & semis altum (qui tamen prope solum in plures ramos distribuitur), ligneum, lucidum, foliis oblongis, lævibus, arctis, per paria ad latera dispositis convestitum, sicuti, & rami. Folia hæc, si tangantur, mutuo invicem accedunt, deinde recedunt, ferme ut librorum paginæ quum postquam clausi fuerint aperiuntur. Plures aliæ sunt sensitivæ species. Toque prope Panama in isthmo Americano campi sunt omnino sensitiva consiti.

Objectum phænomenon ab electricitate, de qua alibi (1102), pendere videtur. Quum manus sensitivæ admovetur ab hac planta materia erumpit ad manum objectam, & foliis flexilibus, a quibus erumpit eandem, quam ipsa habet, directionem imprimit. Ceteræ plantæ idem phænomenon non exhibent; non enim eandem habent materiam effluentem natura ad humanum corpus tendentem.

195. OBJECTIO IV. Polypus evidenter animam habet á materia, ejusque accidentibus distinctam: quare ergo & ceteræ plantæ similem animam non habeant, etsi minus appareat?

RESPONSIO. Polypus naturæ productio est, quam naturæ studiosi plantam censuerant, Trembleyus vero, Reaumurius, & Jussieus animal esse voluerunt. Polypum vocant, quod ejus brachia animal marinum hujus nominis referant.

Polypus per Reaumurium animalculum aquaticum est pulcre viride, quod semper alicui rei una extremitate adhæret, altera in duo veluti cornua divisum est. Cylindricum figura est. Quantumvis vero sive in longum sive in latum in frusta concidatur, partes hæ separatæ, & in diversis ejusdem aquæ, in qua crevit, vasis sepositæ, diei unius spatio quidquid recisum fuit iterum recuperant; quare caput enascitur parti, a qua obtruncatum fuit, pars vero infima capiti, a quo abscissa fuerat, iterum obvenit. In fluviis & in aquis stagnantibus polypus invenitur. Plantarum more generat, at omnia animalium munera peragit. Nullum inter polypos est sexus discrimen. Fœtus perfecti e tota corporis superficie enascuntur. Nati aliquandiu superficiei huic infima parte veluti infixi, & recti insistunt: dum vero primi hi fœtus perficiuntur, alios sibi similes procreant, qui & ipsi alios pariunt: quare harum omnium generationum pater jam avus est antequam primogenitum edere expleverit.

Plures sunt polyporum species: alii terrestres sunt, alii aquatici. Hi aut marini sunt, aut fluviatiles. In illis brachiorum numerus a sexto passim est ad duodecimum, aliquando, sed raro admodum ad duodevigesimum. Polypus a summo ad imum tubus tantum vacuus est, cujus intima, & extima superficies microscopio inspecta granulis consita apparet, quæ facile ab animalis substantia separantur, nec illi adhære-

re videntur. Polypus juxta memoratos auctores species media videtur inter animal, & vegetabile, utrique participans, & inter bina hæc genera nexum efficiens. Nunc vero ad objectionem.

I. Nulla certa probatio ostendit, hanc naturæ productionem sensu gaudere, ut in descriptione a nobis ex auctoribus tradita animal illud judicantibus apparet. Verosimile ergo est, polypum singularem plantam esse, cujus germina illi propagandæ destinata in variis sui corporis partibus deponuntur, & quibus partes hæ veluti solum sunt, ubi explicari debent. Auctoritates polypum plantam animatam asserentes æquales habent oppositas, quæ puram plantam illum esse statuunt. (545. VI.)

II. Si omnino polypum animal esse velis utcumque organis instructum, & sentiens; novam tantum animali regno speciem addes, & vegetabili demes; quod nihil genericas duorum horum generum notiones immutat. Si polypus est animal, animam habet a materia, ejusque accidentibus distinctam, non secus ac bruta (*Met.* 569). Si planta tantum est, jam ut vegetet, & propagetur peripateticis substantialibus formis sane non indiget. (157)

ARTICULUS II.

CORPORUM PROPRIETATES.

196. DEFINITIO. P*Roprietates corporum* dicuntur eorum existendi, & agendi modi: in his & confundentes, & ab aliis corporibus distinguentes qualitates continentur. Inter has corporum proprietates, sive hos existendi, & agendi modos (*Met.* 51):

I. Alii sunt omnibus corporibus communes, & qui ab eorum essentia videntur inseparabiles,

quin

quin illam conſtituant. Hujuſmodi ſunt mobilitas, extenſio, impenetrabilitas, exigentia figuræ, & ubicationis cujuſcumque: nequit enim corpus ullum ſine his qualitatibus concipi; nec tamen qualitates hæ immutabilem eorum eſſentiam conſtituunt.

II. Alii ſunt omnibus corporibus æque communes, non tamen ab eorum eſſentia omnino inſeparabiles: hæc eadem corpora ſiquidem concipiuntur ſine his qualitatibus ut tota quædam materialia. Hujuſmodi ſunt gravitas, poroſitas, dilatabilitas, condenſabilitas.

III. Alii ſunt quibuſdam corporum ſpeciebus communes, non ceteris. Hujuſmodi ſunt elaſticitas, ſoliditas, fluiditas.

IV. Alii tandem ſunt individuis tantum ejuſdem ſpeciei communes, ſeu qui ſpeciei unicæ tantum conveniunt. Hujuſmodi eſt proprietas ſonum tranſmittendi in particulis aereis; calefaciendi & comburendi in materia ignea; ſenſationem rubri coloris oculo impertiendi in radiis rubris; ſenſationem peculiaris amaritiei palato in abſynthio; atque ita de reliquis.

Sunt itaque in corporibus *proprietates ſpecificæ*, quæ uni tantum corporum ſpeciei competunt; & *proprietates genericæ*, quæ aut omnibus, aut plæriſque corporum ſpeciebus conveniunt. Primas operis hujus decurſu exponemus, uti ſpecificas aeris proprietates in aeris theoria; lucis in lucis theoria. Ex ceteris illas ſeligemus, quæ aliquam explicationem poſtulant, cujuſmodi ſunt poroſitas, comprimibilitas, ſoliditas, fluiditas, elaſticitas, gravitas, ut hujus articuli materia fiant, & ut tractatui de generali materiæ, & corporum theoria colophonem imponant.

I 2 PA-



PARAGRAPHUS PRIMUS.

POROSITAS CORPORUM.

PROPOSITIO I.

197. *Corpora omnia experimentis nostris obnoxia poros habent.*

DEMONSTRATIO. Propositio hæc generica fiet judicio analogico ex variis experimentis quæ aut faciemus, aut in pluribus corporum speciebus facta referemus.

I. *Lignum poros habet.* Amplo vasi vitreo cylindrico utrinque aperto vas ligneum impone & agglutina, tum hoc aqua imple. Machina pneumatica aerem huic cylindro inclusum hauri. Aqua per ligneum vas meabit, & guttatim in cylindrum fluet. Ergo lignum poros, seu meatus habet aptos aquæ exitum dare.

II. *Animalium pellis poros habet.* Eidem cylindro eodem modo vitulina, aut vervecina pelle recipiens constructum, & mercurio plenum impone, & machina pneumatica aerem e cylindro hauri. Mercurius per pellem sibi viam aperiet, & veluti argentea pluvia labetur. Ergo pellis ista instar cribri est innumeris poris pertusi, Poris animalium, & vegetabilium transpiratio fit.

III. *Metalla poros habent.* Omnia aqua forti, aut regia solvuntur (111, 113); ergo metalla undequaque poris pertusa sunt, quæ in sua intima hisce menstruis aditum præbent.

IV. *Aqua, aer, adamas, crystallum montanum poros habent*; liberum enim luci exitum præbent.

V. *Marmor poros habet*; a spiritu siquidem vini, & therebintinæ penetratur; & albis marmori-

moribus colores indelebiles intime arte inseruntus, quibus marmora natura colorata imitantur. Q. E. D.

PROPOSITIO II.

198. *Pori in omnibus corporibus non eandem figuram, & amplitudinem obtinent.*

DEMONSTRATIO. I. Corpora sunt, quæ aeri, & aquæ aditum exhibent, uti lignum, ovorum cortices, animalium pelles; alia sunt, quæ nec aerem, nec aquam transire sinunt; uti vitrum, crystallum montanum, aurum, argentum, marmor. Ergo horum corporum pori non eandem obtinent magnitudinem, & figuram.

II. Quum microscopio observantur tenues plurium corporum sectiones, in iis pororum figura, & magnitudo diversa aperte deprehenditur; ergo in diversis corporibus diversa re ipsa datur pororum figura, & magnitudo.

III. Constat, suber quercui volumine æquale majorem hac pororum summam habere; subere siquidem quercus gravior est. Constat quoque suberis poros quercus poris minores esse; aptius enim quercu suber est ad volatilium, & fermentescentium liquorum evaporationem impediendam. Quercus igitur, & suber poros omnino diversos habent. Ergo iterum in corporibus inæqualiter densis pororum multitudo magnitudinem compensare potest. Q. E. D.

199. COROLLARIUM. Ex hactenus expositis sequitur:

I. *In solidioribus, gravioribus, magisque compactis corporibus totum non esse materiam*; ubique enim corpora hæc innumeris poris scatent figura, & magnitudine diversis. Aurum corporum omnium notorum gravissimum verosimiliter plures habet poros, quam materiam.

II. Si aurum solidissimum corpus plurimum

habet vacui; *corpus levius, & minus solidum, uti aqua, multo plus vacui habiturum.*

III. Materia omni gravi supposita, ut alibi ostendemus (243); *quantitatem materiæ corpora duo volumine æqualia componentem eorum ponderi esse proportionalem*; Pollex auri cubicus undevicies, & semis cubico aquæ pollice gravior, undevicies igitur, & semis magis aqua materiæ habebit, & minus vacui.

IV. In theoria corporum tria apte distinguenda esse, massam, volumen, densitatem, quorum trium perspicuas notiones tradere pergimus.

Massa, volumen, densitas.

200. DEFINITIO I. *Corporis massa* est quantitas materiæ gravitantis, quam continet, quodcumque ejus volumen sit. Quantitas massæ a quantitate ponderis determinatur. Massa unius libræ lanæ massæ unius libræ plumbi æqualis est; in utraque siquidem eadem est quantitas materiæ gravitantis.

201. DEFINITIO II. *Corporis volumen* est quantitas spatii quod occupat, quæcumque ejus massa sit. Quantitas voluminis est factum ex tribus dimensionibus, longitudine, latitudine, profunditate. Pes aeris cubicus cubico plumbi pedi volumine æqualis est; bina enim hæc corpora, etsi massa diversa, æquale spatium occupant.

202. DEFINITIO III. *Densitas corporis* est massæ ad volumen relatio. Ad densitatis rationem inter duo corpora æstimandam, in utroque massa per volumen est dividenda: quota eorum respectivas densitates expriment. Exempli causa, aquæ libra volumen habet undevicies, & semis auri libra majus. Si massas has æquales per earum respectiva volumina dividamus, duo emergent quota, quæ aquæ densitatem & auri exprimnt; & inveniemus aquæ densitatem ad auri densitatem ut 1 ad 19 $\frac{1}{2}$.

II.

II. Densitas corporis *specificam* ejus *gravitatem* determinat, seu gravitatem, quæ speciem suam distinguit, nec alii speciei convenit. Gravitas hæc specifica est quotiens ponderis absoluti per volumen divisi.

Positis æqualibus plurium corporum solidorum, & liquidorum voluminibus, puta pedis, aut pollicis cubici, gravitates specificæ horum corporum erunt inter se, ut eorum pondera absoluta: volumina enim, quæ divisores sunt, quum sint eadem, quota, quæ specificas gravitates exprimunt, necessario inter se sunt ut dividenda, quæ sunt pondera absoluta (*Math.* 165). Exempli gratia, si pes cubicus aquæ pluviæ est 70 pondo, & pes cubicus mercurii 951 pondo; densitas, & gravitas specifica aquæ sunt ad densitatem, & gravitatem specificam mercurii, ut 70 est ad 951; sive ut 1 ad 13 $\frac{1}{2}$ & paulo plus. Alibi tabulam trademus densitatum, & gravitatum specificarum diversorum corporum solidorum, & liquidorum, quas noscere magis præstat. (644.)

203. NOTA. Plurimis experimentis constat, corporis massa eadem permanente, volumen augeri, & minui posse; adeoque ejus densitatem, quæ semper massæ ad volumen relatio est, æque augeri, & minui posse. Quum, massa eadem permanente, augetur volumen, minuitur densitas: tunc in hoc corpore *dilatatio* habetur. Quum, massa eadem permanente, volumen minuitur, densitas augetur: est hæc in corpore *condensatio*, aut *compressio*. Densitas corporis duobus modis augeri potest.

I. Fluidi expulsione, quod ejus partibus interjectum illas invicem accedere vetabat, & pro tota earum naturali tendentia invicem jungi: hæc est, quæ condensatio dicitur.

II. Vis externæ actione, quæ in corpus solidum colluctans cogit ejus partes invicem accedere: hæc compressio dicitur.

Condensationis, & compressionis causa diversa est; at binarum harum causarum effectus semper est partium approximatio, & densitatis augmentum.

CONDENSATIO CORPORUM.

PROPOSITIO III.

204. P*rimigeniis corporum elementis exceptis, quæ immutabilia videntur, corpora omnia solida, liquida, fluida condensantur, & dilatantur.*

DEMONSTRATIO. Facile probatur, condensationem, & dilatationem haberi posse. Corpora enim omnia poros habent, seu vacua solidis eorum elementis interjecta: atqui ubicumque pori, & vacua sunt solidis partibus interjecta ibi partes solidæ approximari possunt, adeoque haberi potest condensatio, qua cessante, vera habebitur dilatatio; ergo condensatio, & dilatatio evidenter haberi possunt.

Experientia condensationem, & dilatationem dari aperte demonstrat tum in solidis, tum in liquidis, tum in fluidis.

I. *In solidis*. Virga ferrea, cuprea, chalybea longitudine, latitudine, profunditate sensibiliter minuitur, quum a magno caloris gradu ad magnum frigoris gradum transit. Idem in marmore, auro, argento, solidis omnibus corporibus contingit, quorum volumen semper magis, minusque sensibiliter calore augetur, frigore minuitur.

II. *In fluidis*. Vesica aere plena, & probe tensa æstivo tempore, flacida, & rugosa evadit hyberno tempore, iterum rugas deponit, & tenditur redeunte æstate, pro aeris contenti dilatatione, aut condensatione.

III. *In liquidis*. Liquidum quodvis thermometro inclusum alternatim ascendit, & descendit

pro

pro diversa, in qua est, temperie: ergo liquor inclusus, qui semper idem permanet volumine alternatim augetur, aut minuitur, & alternatim dilatatur, & condensatur. Q. E. D.

COMPRESSIO CORPORUM.

PROPOSITIO V.

205. C*orpora solida inter nota durissima comprimi possunt.*

DEMONSTRATIO. I. Ferri, auri, argenti massa malleo contusa magnam sui voluminis partem amittit, nulla sæpius amissa ponderis parte, semper parte parti voluminis proportionali non amissa: ergo corpora hæc comprimuntur; ergo comprimi possunt.

Eadem comprimibilitas in buxo peculiari modo apparet. Pila lusoria primum magno volumine, in formis, & sub malleo compressa volumine minor fit, & suum ferme primum pondus servat.

II. Si pila marmorea, aut eburnea ab alto in planum marmoreum, aut chalybeum demittatur, quod cera, aut oleo inunctum sit; in illa post lapsum circellus cereus, aut oleosus apparebit, qui tanto major erit, quo altior pilæ lapsus fuerit. Ex quo sic procedo:

Evidens est, pilam hanc sine compressione planum nisi in puncto attingere non posse: atqui circulus hic cereus, aut oleosus in pila apparens ampli contactus vestigia indicat; ergo aut in pila, aut in plano, aut in utroque compressio haberi debet.

III. Quum omnia corpora dura, & solida, in quibus experimenta capimus, comprimantur; sequitur judicio analogico, corpora omnia dura, & solida comprimi posse. Q. E. D.

PROPOSITIO V.

206. *Liquida etsi condensari possint, comprimi non possunt.*

DEMONSTRATIO. Duobus experimentis propositio statuitur. Innumeris aliis, quae brevitatis gratia omittuntur, confirmari posset. Quod de aqua dicturi sumus, de vino, de oleo, de mercurio, de quovis liquido dici potest.

207. EXPERIMENTUM I. Globum vacuum ex tenui bractea cuprea aqua reple, & hermetice clausum torculari, aut alia quavis machina comprime. Complanatur aliquantum globus. Si fortius comprimatur, aqua in roris modum, seu aspergini per totius superficiei apertos poros exilit. In quibus nonnulla adnotanda sunt.

I. In geometria demonstratum est, omnium isoperimetrarum figurarum circulum esse maximam; adeoque & sphaeram circularibus planis compositam soliditate maximam, si plena sit, capacitate, si vacua, omnium corporum superficie illi aequalium (*Math.* 626.). Parva globi complanatio, de qua supra, antequam aqua exiliat, probare videtur, aquam inclusam comprimi; globus enim figuram mutans ad minorem capacitatem redigi videtur, nulla liquidi contenti parte amissa.

II. At experimento peracto, globoque compresso nulla liquidi parte amissa, si ab eo aqua extrahatur, & alia infundatur, deprehenditur globus etsi compressus eandem omnino, quam prius aquae quantitatem continere. Hinc apparet non aquam volumine imminutam, sed globum capacitate auctum, & ductilitate sua expressione extensum. Rei hujus veritas aucta pressione elucescit. Guttulae, quae ex tota globi superficie erumpere videntur, tantum pororum extensione exire possunt, adeoque metalli ipsius extensione, quod superficie auctum necessario etiam capacitate augetur. III.

III. Quoniam aqua cuivis mechanicæ potentiæ illam comprimere nitenti invicte resistit, & vasa, quibus continetur dilatat, aut aperit, quo magis vis extrinseca ad minus volumen eam redigere nititur, sequitur, aquam esse corpus compressionem non admittens, & cuivis mechanicæ potentiæ resistens partem sui voluminis illi adimere nitenti. Idem de quovis liquido dici potest.

208. EXPERIMENTUM II. Siphoni vitreo ABCD (*fig.* 8.) verticaliter suspenso infunde paululum mercurii, qui ad libellam hinc inde componetur in B, & C; deinde capacitatem DC aqua reple, & extremum D hermetice claude. Postea partem tubi BM, aut BA mercurio reple ad quam libuerit altitudinem, triginta, quinquaginta, centum pollicum, & sic deinceps. Quodcumque sit columnæ AB pondus, semper aqua idem spatium CD occupat. Ex quo sic procedo:

Si aqua compressionem aliquam pateretur, exigua aquæ quantitas CD a totius columnæ mercurii AB pondere pressa a C versus D recederet; at quantumvis alta mercurii prementis columna sit, aqua a puncto C non removetur, & idem spatium DC semper occupat: ergo nullam compressionem patitur; ergo comprimi nequit.

Si idem experimentum in cervisia, vino, oleo, aut alio liquido capiatur, semper videbimus; liquidum quodvis a quavis mercurii columna pressum nullam voluminis imminutionem pati; ergo hæc liquida comprimi nequeunt. Q. E. D.

209. OBJECTIO. Quum aqua poris maxime abundet, cur comprimi non poterit? Ceterum Boylæus se experimentis aliquod comprimibilitatis indicium in aqua deprehendisse contendit; ergo minime certum est, comprimi non posse; ergo & idem de aliis liquidis dicendum.

RESPONSIO. I. In physicis contra experientiam ratiocinia parum valent: nulla metaphysica ratio quod oculus videt; & ostendit infirmare potest.

II. Nos aquam in se comprimi omnino non posse non asserimus: tantum dicimus experientia ducti, ejus compressioni resistentiam hactenus vires omnes ad eam comprimendam adhibitas vicisse.

III. Quum innumeris vicibus Boylæi experimenta repetita fuerint nullo in aqua compressionis indicio detecto; jure judicatum est, signa compressibilitatis a Boylæo putata, aut metallorum aquam continentium ductilitati, aut exiguæ aeris quantitati sese cum aqua vasis in experimento adhibitis insinuanti esse tribuenda.

Dilatationis, & condensationis theoria nos sponte ad thermometri, & pyrometri phenomena explicanda adducit (*).

Thermometrum.

210. OBSERVATIO. *Thermometrum* instrumentum est ad caloris, & frigoris quantitatem accurate dimetiendam oportunum. Pulcherrimum est hoc physicæ recentioris inventum a Reaumurio perfectum. Ante celebrem hunc physicum thermometra habebantur magis, minusque perfecta; at quodvis thermometrum unico tantum observatori inserviebat, qui illo utebatur, quin posset observationes suas cum aliis aliorum conferre, qui thermometrum illud, ad quod factæ fuerant, præ oculis non habebant; nullum enim

(*) *ETYMOLOGIA. Thermometrum, mensura caloris; a* θερμη, calor, & μετρέω, metior. *Pyrometrum, mensura ignis; a* πῦρ, ignis, & μετρέω, metior.

nim determinatum punctum erat, a quo æstimari posset quid uno dilatationis, aut condensationis gradu intelligendum esset. Reaumurius *thermometra comparabilia* construere aggressus est, quæ uniformiter ubique comparari possent; & id feliciter est assequutus. Brevibus verbis quibus principiis instrumentum hoc construatur exponemus (*fig.* 10.).

211. CONSTRUCTIO. I. Sit globus vitreus cavus A, cui insertus sit tubulus AB minima diametro, & ubique æquali. Globus, & tubus ad altitudinem quamdam D perpurgato mercurio impleatur; & globo aquæ ebullienti immerso, ut mercurius superfluus exeat, hermetice claudatur tubus in B, aere omni, quantum fieri potest excluso. Vas *hermetice* clausum dicitur, quum ita obturatur, ut nullus aeri aditus sit.

II. Nive, aut glacie contusa cavitas mercurio plena per horæ dimidium obtegatur. Mercurius *sese condensans* in tubo descendet usque ad certum terminum, quem filo obvoluto notabis, & *punctum congelationis* dicitur.

III. Lente, & paulatim instrumentum aquæ ebullienti immergatur ita ut aqua mercurium ferme omnem obtegat. Mercurius *sese dilatans* in tubum ad certam altitudinem ascendet, quam æque filo obsignabis, & *punctum aquæ ebullientis* dicitur.

IV. Tandem accurate spatium inter congelationis, & aquæ ebullientis puncta conclusum in partes æquales octoginta dividatur, quæ *gradus* vocantur, & in charta describantur, quæ tubo apponetur; & gradus hi a puncto congelationis numerabuntur. In partes his æquales divide quidquid tubi reliquum est inter punctum congelationis, & globum; & thermometrum comparabile habebis, quod loci, in quo situm est, temperiem accurate indicabit.

Pro assumpta divisione inter duo illa puncta in

in partes octoginta alia quævis divisio assumi posset. Illa a Reaumurio prælata fuit, & ab omnibus ferme physicis recepta, sane quia quum ampliores gradus præbeat multo minutius dividi potest per dimidia in 40, 20, 10, 5; quod graduum descriptionem accuratiorem, & faciliorem efficit. Sequentibus notis thermometri comparabilis theoria clarius elucescet.

212. NOTA I. Mercurius in quavis orbis parte æqualem ad dilatationem, & condensationem in se dispositionem habet in æquali caloris, aut frigoris gradu.

Ergo caloris quantitas, quæ congelationis gradum excedens mercurium in Gallia dilatabit octogesima dilatationis parte, quæ requireretur ad aquæ ebullientis punctum attingendum, eandem dilatationem efficiet in Sinensi, Canadiensi, aut Brasiliensi regione; & ibi, ut in Gallia, gradum unum dabit supra congelationem.

Ergo eadem ratione determinatus frigoris gradus, qui glaciei contusæ frigus exsuperans mercurium in Gallia condensabit decem partibus octogesimis, seu decem gradibus, decem æque gradibus, seu octogesimis partibus illum condensabit in Thracia, & in Siberia; & in omnibus hisce regionibus gradus decem infra congelationem indicabit.

Nulla est necessitas, in thermometris comparabilibus globos utrinque esse tuborum, quibus gradus affiguntur, capacitati proportionales. Si quum globi æquales sunt, tubi capacitate sunt inæquales, gradus in arctiori tubo longiores erunt, in latiori breviores; at quantitas dilatationis, aut condensationis semper accurate a duobus tubis indicabitur, quorum gradus magis, minusque extensi semper sunt partes octogesimæ totalis dilatationis a puncto congelationis ad punctum aquæ ebullientis pertingendum requisitæ, quæ sunt puncta duo immobilia,

lia, inter quæ thermometrorum omnium divisio continetur.

213. NOTA II. Innumeris experimentis constat, aquam pluviam, & fontanam in aperto vase ebullire incipientem ubique eundem caloris gradum obtinere; ergo ubique eandem mercurii dilatationem efficit. Postquam paululum ebullierit aqua omnem, quem in aperto vase obtinere possit, calorem adepta est; si deinde per plures horas ebulliat, eundem caloris gradum tantum servat; atque hoc ideo certe, quia aquæ particulæ, quæ omnem, quem in vase aperto obtinere possint, calorem sunt adeptæ, evaporant, & ignis actionem effugiunt, qui proinde in ipsis accumulari nequit. Aqua in vase clauso tantum calorem admittere potest, qui ad incandescentiam usque augeatur.

Aqua marina ebulliens in vase aperto magis fontana incalescit; oleum multo magis aqua marina; mercurius adhuc multo magis oleo. Ex Lugdunensis academici observationibus, thermometrum, quod in aqua fontana ebulliente ad octoginta gradus ascendit, in aqua marina ebulliente ad gradus ascendit ferme octoginta duos; in mercurio ebulliente ad 172.

214. NOTA III. Æque experientia constat, glaciem contusam tum æstate, tum hyeme eundem frigoris gradum ubique terrarum obtinere; ergo ubique æqualem condensationem mercurii efficere debet.

Caloris uniformitas in aqua ebulliente, & frigoris in glacie contusa præbent igitur, ut patet, aptam methodum, quam exposuimus, thermometra comparabilia conficiendi. Regiones, quæ nive, & glacie carent, grandinem habent; hæc vero idem præstat, quod glacies contusa, quæ idem omnino, quod nix, frigus habet. Quare ubique terrarum thermometra comparabilia facile confici possunt; quæ ubicumque constructa, si vel in torrida, vel in frigida

da zona ad observationes adhibeantur, easdem frigoris, & caloris mensuras dabunt, quæ ubique terrarum intelligentur, & comparari poterunt.

Ut thermometro hoc athmosphæræ temperies æstimetur debet illud ad boream statui, loco solis radiis etiam reflexis impervio, a quibus ambientis aeris temperies sensibiliter immutari possit. Maximus frigoris gradus ante ipsum solis ortum esse solet; maximus caloris gradus passim est ad duas, aut tres horas a meridie.

Quandiu mercurius supra punctum congelationis elatus est, aqua in glaciem non concrescit; si ad illud usque descendat, aqua concrescere incipit, nisi a vento agitante, aut ab alia extrinseca causa impediatur.

In ingenti frigore mercurius multo infra congelationis punctum descendit. Anno 1709. Parisiis ad gradum decimum quintum cum quadrante infra descendit dira illa hyeme, quæ Europam devastavit. In regionibus borealibus, in Laponia, in Norvegia, in Siberia passim hyeme descendit ad gradum quadragesimum, & quinquagesimum infra gelu: quare regiones hæ quotannis frigus patiuntur duplo, & triplo majus illo, quod Gallia anno 1709. experta est, & quod Vesuntione nos quoque annis 1767, & 1768 experti sumus.

Nec minus admiratione dignum est, in ardentibus zonæ torridæ regionibus thermometrum in maximis æstivis caloribus non multo magis attolli, quam Romæ, Massiliæ, atque in aliis pluribus Europæ urbibus. Probat hoc intollerabiles illius zonæ calores magis perpetua duratione cruciare, quam intensitate.

215. NOTA IV. Iisdem principiis, eademque methodo thermometra spiritu vini, aliisque liquoribus, qui aliquo colore tinguntur, confici possunt. At observatum est, liquores hos aliquando intimis quibusdam fermentationibus agitari,

tari; in quibus non eum, quem deberent, externi frigoris gradum indicant. Hac ratione liquoribus mercurius antefertur, qui hujusmodi fermentationibus non est obnoxius. Thermometrum accurate constructum omnibus physicis certissimus index habetur gradus caloris, & frigoris, quem in pluribus experimentis dignoscere opus est.

Pyrometrum.

216. DESCRIPTIO. Pyrometrum machina est ad ignis quantitatem dignoscendam instituta, quo corpus aliquod penetratum est, seu quantitatem dilatationis ab igne in corpore productam (*fig.* 15).

Virga ferrea AB immobilis in A occurrat in D rotæ dentatæ DN ita ut si una aut altera linea virga hæc extenderetur integram revolutionem rotæ DN produceret, quæ alteri rotæ M inseritur.

Si plures lampades accensæ virgæ AB supponantur, hæc calore dilatata extendetur, & producetur in D, rotam dentatam DN convertet, quæ unica revolutione plurimas rotæ M revolutiones producit; atque hac motus communicatione index RS magna velocitate convertitur donec lampadum calor virgæ AB calorem, & dilatationem auget; ablatis vero lampadibus opposita revolutione index convertitur ea ratione, qua virga ferrea AB calorem, & dilatationem amittens ad pristinum condensationis statum redit.

PA-

§. II.

SOLIDITAS, ET FLUIDITAS CORPORUM.

217. OBSERVATIO. Corpora ſenſibilia innumeris tenuiſſimis elementis conſtant inter ſe adhærentibus in corporibus duris, aut ſolidis, non adhærentibus in liquidis, & fluidis. Quænam hujus in illis adhæſionis cauſa eſt, in his non adhæſionis? Problema hoc ſolvere conabimur, quod omnia omnino corpora complectitur.

I. Peripatetici corporum ſoliditatem, & fluiditatem duabus occultis qualitatibus tribuebant, quarum una ſoliditatem, altera fluiditatem efficerent: viget adhuc opinio hæc apud quoſdam qui ſe philoſophos dicunt. Hi ut bina hæc phænomena explicent, ajunt, corpora ſolida eſſe, aut fluida, quia hujuſmodi eorum natura eſt.

Inepta eſt opinio hæc, & indigna philoſopho. Corpora nullam aliam ſpecificam naturam habent, quam quæ a legibus generalibus procedit ſive earum influxus innoteſcat, ſive ignoretur. Non ſemper philoſophus phænomenorum cauſas noſcere tenetur; nunquam tamen ridiculas, aut abſurdas cauſas phænomenis tribuere debet.

II. Gaſſendus ſoliditatem corporum ab atomorum ramoſarum, & aduncarum inſertione deſumit, fluiditatem vero ab hujus inſertionis defectu. Hæc opinio minus præcedente a ratione aliena, nec ipſa tamen teneri poteſt; hæc primigenia elementa ſiquidem invicem inſerta nonniſi eorum ramos, & uncos diffringendo ſeparari poſſent. Porro per Gaſſendum ipſum elementa hæc inſectilia ſunt & in ſe, & in eorum partibus; hinc ſequeretur, corpora dura fore omnia infinite dura, quorum partes nulla vis ſeparare poſſet.

Soli-

Soliditatis, & fluiditatis, ut aliorum phænomenorum quorumcumque causa esse debent generales naturæ leges, aut causæ, nempe aut impulsio, aut attractio, aut utraque. Qui alias quærat physicus esse desinet. Nos itaque in binis his tantum naturæ legibus phænomeni hujus causam investigabimus.

Soliditas ex impulsione.

218. SENTENTIA I. Cartesius, & Malebranchius soliditatis causam faciunt materiam subtilem, sive ætherem Cartesianum, qui immensa ejus vi magis minusque impedita quaquaversum ad centrum commune crassiorum elementorum congeriem premit, & alia aliis applicat. Cartesio materia hæc subtilis elasticitate carebat; Malebranchio, & recentioribus Cartesianis omnibus elastica est. At sive elastica sit, sive secus, pressionem exercet, a qua, ajunt, soliditas oritur quorundam corporum, sive mutua suarum partium adhæsio. Rem hanc accuratius perpendamus.

Sit machina Magdeburgica (700) in sua bina hemisphæria cava divisa. Si aer hisce hemisphæriis inclusus exantletur, aer ambiens illa comprimit, & adhæsione jungit, quæ non nisi centum, aut ducentum librarum pondere vincetur. Hæc Cartesianis imago est machinamenti unde corporum durities procedit. Duo materiæ ramosæ, & striatæ elementa, moleculæ duæ, quarum plana invicem exacte applicari possint, si contigua sint quum corpus aliquod formatur, puta lignum, aut marmor; materia subtilis, sive æther Cartesianus, qui naturam replet, binas has moleculas immensa vi invicem premit: hinc mutua earum adhæsio; hinc par molecularum omnium adhæsio corpus illud componentium. Materia hanc pressionem efficiens ea est, quæ per Cartesianos cælorum immensita-

tem

tem implet; materia scilicet primi, & secundi elementi Cartesiani, materia subtilis, & orbicularis, sive elastica sit, sive secus. (163)

II. Si corpus aliquod totum constaret elementis, quorum superficies omnino læves essent, & contiguæ, adhæsionem, seu duritiem, obtineret per Cartesianos veluti infinitam; ad hanc enim partium adhæsionem vincendam vis requireretur apta vincere pressionem conorum omnium materiæ æthereæ, qui ad omnia corporis solida puncta terminati nullo vacuo ad regionem usque sideream, & fortasse ad ultimos materiæ, & mundi terminos protenduntur.

III. At quum corpora dura & solida elementis non constent, quæ invicem tota superficie applicari possint, & ex illis corporum principiis alia ab aliis massa, & figura diversa sint; corpora solida non omnia eadem duritie, & partium adhæsione donata esse debent. Exempli causa, corpora duriora sunt, aut partes magis adhærentes habent, quum eorum elementa magis contigua sunt; minusque intermediis materiæ subtilis stratis divisa. Corpora minus dura sunt, seu partes minus adhærentes habent, quo minus eorum partes ramosæ, & angulares contiguæ sunt, magisque intermediis materiæ subtilis stratis divisæ; hæc enim materiæ externæ communicans pressione sua, sive elasticitate elementa crassiora sejungere nititur, quibus interjecta est, vi suæ quantitati proportionali. Hinc per Cartesianos diversa plumbi, auri, chalybis, adamantis durities, aut soliditas. Adamas plumbo durior est, quia externa materiæ æthereæ pressio minus in adamante, quam in plumbo destruitur opposita materiæ æthereæ inter horum corporum elementa insertæ reactione, seu pressione.

IV. Si corpus elementis constet sphæricis, aut cylindricis, aut pyramidalibus aut figuræ cujusque parvum contactum admittentis; corpus

hoc

hoc adhæsione carebit, seu adhæsionem habebit ad sensum nullam: erit itaque liquidum, aut fluidum; materia subtilis siquidem undique magna copia suis elementis interjecta intime illa separare nititur tanta vi, quanta materia subtilis ambiens exterius nititur illa jungere. Vires hæ duæ oppositæ, & ad sensum æquales invicem eliduntur; adeoque earum effectus nullus esse debet. Hujusmodi sunt aqua, aer, lux, corpora omnia liquida, & fluida.

219. CONFUTATIO. Systema hoc philosophicum, & in hypothesi pleni phænomenis ingeniose consonum, cum hypothesi ipsa necessario corruit; fabulosa enim est, & naturæ phænomenis e diametro opposita, ut alibi ostendemus. (1398, 1399)

Demonstratum quidem est, in quavis hypothesi necessario materiam tenuissimam esse admittendam semper agentem, & in motu positam; hanc enim electricitatis, magnetis, ignis, lucis phænomena satis ostendunt. At vero nihil hæc habet commune cum Cartesii, & Malebranchii materia, a qua duritiem corporum desumunt; materia enim illa tenuissima, quæ demonstrata est, uniformem quaquaversum pressionem in pleno non supponit, immensis Neutoni vacuis conciliatur, potius elementa corporum, quæ permeat, sejungere debet, quam invicem conjungere, eaque magna velocitate libere pervadit nunc una nunc alia directione, nunquam uniformiter quaquaversum.

Soliditas ex attractione.

220. SENTENTIA II. Plærique recentiores chemici, & physici soliditatem corporum, seu mutuam suarum partium adhæsionem a peculiari elementorum, quibus constant corpora, attractione proficisci arbitrantur. Corporum fluiditatem, seu adhæsionis partium defectum hujus attra-

tractionis inter elementa componentia defectui tribuunt.

I. Alibi adnotabimus, & postea fusius ostendemus (1422), *generalem attractionem*, a qua magnum oritur gravitatis phænomenon, nullum motum terrestribus corporibus indere posse, quo invicem jungantur adhæsione ad sensum separationi resistente: si vero attractio generalis tenuissimum aliquem adhæsionis inter corpora terrestria effectum parit, effectum hunc æque in solidis, ac in fluidis dari. Ergo soliditatis corporum, quæ magnus, & potens effectus est, & persæpe vim vel maximam superans, nec in corporibus omnibus invenitur, causa non est attractio generalis, quæ corpora omnia indiscriminatim afficit, omnia æque ad quædam communia centra ad certas leges premit; atque ex his ipsis legibus nequit corpora reddere ad sensum invicem adhærentia.

II. Supra vidimus, impulsionem, seu materiæ cujusque pressionem felicius corporum soliditatem non explicare. A qua igitur causa phænomenon hoc nisi *ab attractione peculiari*, sive *ab affinitatis lege* repetatur; quandoquidem omnium naturæ phænomenorum aut impulsionis, aut generalis attractionis, aut affinitatis leges causæ esse videntur?

PROPOSITIO.

Soliditatis, & fluiditatis corporum lex affinitatis causa esse videtur.

221. EXPLICATIO. I. Sit corpus, cujus elementa sint analoga, & superficies habeant aptas magno, & intimo contactu jungi. Attractio peculiaris in hæc elementa aget vi maxima (123); hujus vero attractionis effectus erit maxima elementorum adhæsio, adeoque maxima corporis durities. Nequibit corpus hoc dividi nisi vi omnes

mnes attractiones excedente, a quibus elementorum separandorum adhæsio est. Erit hoc corpus solidum, & durissimum.

II. Sit aliud corpus elementis constans non analogis, seu cujus elementa analoga, & homogenea invicem tangi nequeant, nisi minimis superficierum partibus; cujusmodi globuli sunt. Peculiaris attractio, quæ sola duritiem parere potest, hæc elementa non conjunget sive ex affinitatis, sive ex contiguitatis defectu. Corpus elementis constans nec affinibus, nec analogis liquidum erit, aut fluidum; quod ejus elementa requisitam affinitatem non habeant, qua sese mutuo attrahant, & sensibili vi invicem adhæreant. Corpus constans homogeneis elementis sphæricis fluidum erit, aut liquidum: quod ejus elementa etsi analoga in minima tantum superficierum parte sese contingent; minima vero attractio, quam nonnullorum punctorum contiguitate nancisci poterunt, igneæ materiæ vi celerrimo motu semper inter hæc contigua elementa agitatæ facile elidetur.

III. Sit quoque corpus aliud aut elementis constans mediocriter analogis, aut perfecte analogis, sed mediocribus superficiebus aptis sese tangere: mediocrem hoc corpus duritiem obtinebit, mediam inter duriora corpora, cujusmodi est adamas, & inter omni duritie destituta, cujusmodi est aer, aqua, oleum.

IV. Sit tandem liquidum homogeneum, ut aqua, quæ in magno frigore immensa particularum frigoriferarum copia a ventis, & pruinis vectarum penetretur, quæ hisce moleculis jungi, & adhærere aptæ sint. Moleculæ hujus liquidi, fluido igneo avolante, & particulis frigoriferis conjunctæ sese in vacua tamquam cuneos insinuantibus majorem, ac magis intimum contactum nanciscuntur & affinitatis legem exerceri sinunt, quæ non nisi oportunæ contiguitatis defectu effectu carebat. Liquidum hoc

ita-

itaque in corpus ſolidum, glaciem ſcilicet mutatur; donec fluidum igneum magna copia glaciem hanc iterum ingreſſum corpuſcula hæc omnia frigorifera expellat, & liquidi moleculis ſua vacua, ſuam ſeparationem, & exiguam contiguitatem reſtituat. (614.).

222. Ut novam lucem theoriæ huic affundamus, illam nonnullis naturæ phænomenis de corporum ſoliditate, ac fluiditate adhibebimus.

I. Gluten aut corpora analoga contiguitate carentia, aut heterogenea nec analoga affinitate carentia ſimul jungit, illiſque affinitatem tribuit. Corporibus enim interjectum eorum cavitatibus intime adhæret, quas replet, pro majori minorive affinitate, & contiguitate. Tenacius gluten, magiſque adhærens illud eſt, quod aquæ, aeri, materiæ ſubtili magis eſt inacceſſum.

II. Ignis metalla fluida efficit; materia ignea ſiquidem maxima copia, & velocitate in eorum intima injecta elementa ſeparat vi affinitatis, aut attractionis vim, qua adhærebant ſuperante. Quum ignis actio ceſſat, vis affinitatis ab alia vi non amplius eliditur: iterum ergo effectum ſuum parit, & metalla iterum ſolidantur.

III. Quidam pulveres, uti farina, & gypſum, aquæ immixti ſoliditatem acquirunt; aqua enim eorum moleculis ſeſe inſinuans, eas dilatat, earumque volumen auget, unde amplior fit earum contactus: ceterum aquæ attractio aptum vinculum eſt omnibus hiſce moleculis ſejunctis; quum plæraque corpora poſtremas aquæ partes, cui conjuncta ſunt, arctiſſime retineant.

IV. Corpora mollia, uti cæmentum, argilla, gypſum aqua diſſolutum, aeri expoſita dureſcunt; evaporat enim pars aquea parti terreæ immixta; cæmenti vero, argillæ, & gypſi elementa magis invicem accedunt, magiſque intimum contactum obtinent, quo magis aqua ſuperabundans recedit, & diſſipatur.

V. Fer-

V. Ferrum malleos ſubactum dureſcit, ictus enim, quibus candens percutitur, homogeneas & ductiles ejus partes arctius jungi inter ſe cogunt, dum partes heterogeneæ ſcintillantes erumpunt.

OBJECTIONES DILUENDÆ.

223. OBJECTIO I. In ipſa vacui, imo & immenſi vacui Neutoniani hypotheſi aer, & materia ſubtilis ſatis eſſe videntur, ut preſſio habeatur, a qua Carteſius, & Malebranchius corporum ſoliditatem deſumunt. Ergo etſi vorticum ſyſtema ita corruevit, ut jam illi omnes ferme phyſici vale dixerint, non propterea illorum quoque auctorum ſententia de corporum ſoliditate reiicienda eſt.

RESPONSIO. Aer, & materia ſubtilis in plura phænomena plurimum influunt, at in corporum ſoliditatem nihil, aut ferme nihil agunt.

I. Certum eſt, aerem ambientem elaſticitate ſua partes omnes marmorei, aut lignei globi ad hujus globi centrum premere. Docet tamen experientia, hanc aeris preſſionem minimum in ſoliditatem corporum influere; corpora enim dura, & ſolida eandem ad ſenſum firmitatem ſervant, ſeu diviſioni reſiſtentiam, ſive in aperto aere, ſive in vacuo Boylæano dividantur. Filum ſericum, crinis equinus, quæ corpora determinatum pondus ſuſtinere poſſunt in aere aperto, idem quoque pondus in vacuo ſuſtinent; ergo fila hæc ab aeris preſſione ſoliditatem non habent. Idem de quovis alio ſolido corpore dici poteſt. Exiguum ligni fruſtum, exempli cauſa, pari ad ſenſum difficultate finditur quovis modo in vacuo, ac in aperto aere.

II. Certum eſt materiam ſubtilem in natura dari a Carteſiana diverſam. Hæc, quam dari demonſtratum eſt, & cujus effectus in innumeris phænomenis apparent, fluidum eſt moleculis conſtans multo tenuiſſimis mira velocitate quaquaverſum perpetuo motis, mira facilitate durioribus, & denſioribus corporibus ſeſe inſinu-

ans. Fluidum hoc non corporum soliditatem, & duritiem parit; imo vero impulsione in corporum, quæ permeat, adhæsionem colluctatur, quum permeare illa nequeat, quin eorum partes sejungere nitatur. Quare attractio est, aut elementorum affinitas, quæ horum elementorum adhæsionem in solidis corporibus efficit; & materia subtilis vis hujus attractivæ effectum temperat, & minuit, quæ majorem sine opposita materiæ subtilis actione effectum sortiretur.

224. OBJECTIO II. In sententia nostra densiora corpora & duriora esse deberent; hæc enim plura elementa habent, pauciora vacua, majorem contiguitatem. Atqui experientia oppositum ostendit; aurum enim, quod omnium corporum densissimum est, multo minus adamante durum est; corpora vero hæc elementis constare videntur maxime analogis, & homogeneis sese mutuo attrahere aptissimis.

RESPONSIO. In corporibus, quæ elementis analogis constant, major durities a majori, magisque immediato contactu procedit. Atqui facile fieri potest, ut corpus poris maxime abundans elementa habeat sese magis elementis alterius corporis contingentia. Res, ut explicare pergimus, ab elementorum, & pororum dispositione pendet.

I. Sint plures marmoreæ laminæ, aut metallicæ superficiebus accuratissime lævigatis, & magno foraminum numero cribri in morem pertusæ, adeo ut plus vacui, quam pleni in illis sit. Laminæ hæ simul jungantur ita ut foramina omnia sibi invicem occurrant, & partes solidæ tota sua superficie sese tangant. Erit hoc corpus *maxime poris scatens* ratione magnitudinis, & numeri vacuorum; & hoc simul prædurum erit ratione intimæ, & perfectæ conjunctionis partium solidarum.

II. Sit modo corpus aliud laminis compositum duplo, aut triplo minorem foraminum copiam

piam habentibus, at cujus partes solidæ minus analogæ sint, magis asperæ, minus aptæ superficiebus sese intime jungere. Corpus hoc licet densius, minus præcedente solidum, & durum erit: quum enim ejus elementa minus intime sese tangant, & in paucioribus partibus, minus legem affinitatis sentient. Falsum itaque est, in nostra sententia densiora corpora semper & duriora esse debere.

Potest ergo in nostra sententia adamas pluribus poris scatere, quam aurum, & tamen esse auro durius. Habeant elementa, seu partes solidæ adamantis & maximam affinitatem, & in suis contactus punctis perfectam contiguitatem; pori quaquaversum prope has partes solidas diffusi coporis hujus soliditatem non tollent. Contra vero habeant auri elementa, seu partes solidæ minorem affinitatem, seu minore.n in contactibus, minusque extensam contiguitatem; hæ, licet magis condensatæ, minus inter se adhærebunt, minus enim peculiari attractioni suberunt, cujus effectus a partium tum affinitate, tum contiguitate necessario pendet. (91).

225. OBJECTIO III. Ex nostra hypothesi sequeretur, quum corpus durum, puta adamas, in duas partes finditur, satis fore partes divisas invicem applicare, ut primam adhæsionem iterum obtinerent; quod tamen experientiæ contrarium est.

RESPONSIO. I. Experientia constat, si duo plana sint marmorea, aut vitrea perfecte lævia, quæ alterum alteri intime applicentur alterum supra alterum superficiebus parallelis oleo inunctis promovendo, ea invicem firmiter adhærere, & vim non exiguam requiri ad ea directione planis perpendiculari separanda: quod non nisi naturæ illorum attractioni tribui potest; hæc adhæsio siquidem in vacuo quoque non levis perseverat, ubi aeris pressio cessat; & ubi absur-

dum esset pressionem a materia quavis subtili partam confingere (219).

II. Si ita adamas, aut marmor findi in duas partes posset, ut partibus divisis eadem totalis conjunctio reddi posset, quam ante divisionem obtinebant; partes hæ pristinam adhæsionem prorsus recuperarent. At vero quum corpus solidum finditur, divisionis violentia innumeras distrahit particulas, quæ alio abeunt; & quum præcipuæ partes junguntur, tum innumeræ cavitates, quibus asperæ sunt superficies jungendæ, tum aeris, & materiæ subtilis particulæ partibus his ipsis interjectæ fragmenta hæc eundem intimum contactum & ut prius extensum habere vetant. Nequeunt ergo partes divisæ pristinam adhæsionem obtinere.

III. Quum duæ marmoreæ, vitræ, aut chalybeæ superficies poliuntur, ut quoad fieri potest invicem applicentur; instrumenta, quæ necessario adhibenda sunt, quum rudia sint, semper in superficiebus vel politissimis cavitates relinquunt, protuberantias, strias, omne genus asperitates, quæ microscopio deteguntur, & quæ intimam conjunctionem impediunt, quam corpora hæc in naturali, aut artificiali crystallizatione nanciscuntur. Hinc minima harum partium invicem applicatarum adhæsio.



§. III.

ELASTICITAS CORPORUM.

226. OBSERVATIO. IN natura corpora alia *elastica* sunt, alia *non elastica*. Prima in se veluti elastrum habent, quod quum flectuntur, aut comprimuntur, pristino statui illa restituere nititur. Altera hoc elastro carent, & quum inflectuntur, aut comprimuntur in eo statu, in

quo

quo posita postremo fuerunt, perseverant, nec in pristinum amissum restitui nituntur.

Si in planum marmoreum argillæ humidæ globus cadat, comprimitur, & compressus perseverat. Si in idem planum cadat pila eburnea, comprimitur quidem (205), at statim ad pristinam rotunditatem redit. Primum corpus est non elasticum, alterum elasticum,

227. DEFINITIO. Quare *elasticitas corporum* dicitur illa quorundam corporum facultas seu proprietas, qua sese ipsa in pristinum statum restituere nituntur, quum vis externa, & extranea aliquam naturalis hujus status mutationem efficit.

Magnum elasticitatis phænomenon a generalibus impulsionis, & attractionis legibus procul dubio procedit, non tamen qua ratione, quove harum legum influxu id fiat explicare facile est. Majora hac in re physicæ lumina præstolantes, quæ fortasse nunquam apparebunt, sententiam nostram de elasticitate proponemus.

PROPOSITIO.

228. *Elasticitatis corporum causa esse videtur & magna suorum elementorum adhæsio, & quorundam fluidorum poris interjectorum actio.*

EXPLICATIO. Certum est, inter quædam elementa affinitatem dari, quæ modo majorem, modo minorem eorum adhæsionem efficit, sine qua elasticitas non habetur. Certum est, materiam subtilem dari semper in motu positam, cujus munus est naturæ actionem reparare, & perpetuam servare. A duplici hac causa non inepte deducitur elasticitatis phænomenon, cujus generalem theoriam modo proponere pergimus.

I. Corpora in natura in media ipsa naturæ actione formantur, ita ut materia ignea, electrica, magnetica, quæ fluida permanenter

circa corpora diffusa sunt, & agunt, ubique sibi vias servant moleculis suis pervias in mixtis, quæ enascuntur, & explicantur.

II. Elementa, quæ plantas, lapides, metalla, aliaque solida corpora componunt invicem adhærent pro majori eorum affinitate, & contactu (221): hinc eorum durities, quæ, ut modo explicabimus, eorum elasticitati inservire debet.

III. Fluida, quæ in naturali statu libere hæc mixta permeant, non ita facile ea amplius pervaderent, si analogi suis moleculis meatus, quos sibi in horum mixtorum intimis efficiunt, hinc coarctarentur, illinc dilatarentur. Tunc enim obstaculum] fluida hæc procurrentia offenderent, & impulsio haberetur in partes eorum progressui oppositas.

IV. Facile contingere potest, horum fluidorum portiones mixtis dum formarentur inclusas intra poros impermeabilibus partibus undequaque detineri. Tunc fluida hæc, quorum natura est semper agere, & moveri, in his carceribus a quibus exire nequeunt, movebuntur motu circulari, aut consimili pro cavitatum, in quibus detinentur, figura.

Theoria hujus applicatio.

229. APPLICATIO I. Sit viridis salicis ramus: arbor hæc maxime elastica est; ramum suppono rectum A C B (*Fig. 7*).

Ramus hic veluti natura sua rectus est, quia moleculæ, quibus constat, ad affinitatis suæ normam dispositæ natura ipsa hanc figuram assumpserunt; juxta vero physicum, & politicum axioma: res iisdem principiis, iisdemque legibus, quibus enascuntur, conservantur.

At si ramus hic incurvetur in semicirculum *a* C *b*, patet, hanc figuram sumere non posse, quin in extima curvaturæ parte moleculæ invi-

vicem recedant, & pori dilatentur; in intima vero curvaturæ parte moleculæ invicem accedant, & pori coarctentur. Ramus hic ita curvatus poros habet longitudini suæ, & alios latitudinis diametris parallelos. Pori longitudini paralleli in arcum curvantur, latitudini paralleli in conum conformantur. Ex his rami hujus elasticitas physice oriri debet; ut ostendere aggredimur.

230. EXPLICATIO. I. In extima curvaturæ parte moleculæ prius contiguæ necessario aliquantulum invicem recesserunt, & naturalis contiguitatis aliquid amiserunt. Mutua harum molecularum attractio, quæ perseverat, nec integrum effectum sortitur, pergit proinde niti, ut moleculas has paululum distractas iterum jungat, & ad pristinum, ac naturalem immediatum contactum adducat; quod fieri nequit, quin ramus hic omnium suarum partium integrantium conatu ad pristinam figuram redire contendat.

II. In intima curvaturæ parte moleculæ contiguæ, quæ in corporis formatione sese ad naturæ exigentiam disposuerant, & pro ipsarum analogia reciprocæ affinitatis lege cohæserant, aliquantum compressione immutantur, nec iis punctis omnibus, quibus prius, sese contingunt: præterea fluida comprimunt, quæ arctioribus spatiis inclusa majori vi in obstacula, quibus urgentur, obnituntur: hoc vero fieri nequit, quin omnes hujus rami partes naturalem positionem iterum obtinere nitantur.

III. Fluida ambientia, quæ longitudinales rami poros permeant, in directum, ut omnia corpora, moveri tendunt: suo igitur impulsu ramo huic rectam directionem dare contendunt. Fluida ambientia, quæ poros diametris crassitiei parallelos pervadunt, quum poros offendant magis hinc, quam inde apertos, majori copia in ampliores cavitates irruunt, & impulsu suo

æque utrinque latos poros efficere conantur; neque hoc fieri poteſt, quin ramus in amiſſam figuram, & directionem reſtitui nitatur.

Patet, ex his omnibus mechanice rami hujus elaſticitatem gigni debere, ſeu niſum ad priſtinam figuram obtinendam, quum ab externa vi illi diverſa inducitur. Facile erit hæc ipſa cuivis elaſtico corpori naturali accommodare. Quare exemplum hoc in ſalicis ramo theoriæ generalis loco hac de re eſſe poteſt.

IV. Si ramus hic natura in arcum curvatus eſſet, rectus fieri nequiret, quin in partibus omnibus mutatio fieret illi ſimilis, quæ ramo recto inducitur quum curvatur. Quare ramus hic natura curvus ad curvaturam ſuam redire niteretur.

231. APPLICATIO II. Si non jam ſalicis ramus, ſed virga ferrea non igne, & aqua rigida effecta curvetur, elaſticitas non habebitur; quum enim ferrum ductile ſit, ejus moleculæ invicem non recedunt, ut fiat oportet ad mutuæ attractionis vim exercendam. Quum moleculæ duæ in ſuperiori curvatura invicem recedunt, hæ ductiles ſui partem in intervallo earum extrema ſeparante relinquunt, nec contiguitas tollitur. Pari modo quum in inferiori curvatura moleculæ duæ compreſſione magis invicem accedunt, harum ductilium molecularum portiones recedunt, & aliis moleculis, quas attingunt, affines fiunt. Ceterum metalli ductilitas efficit, ut quocumque modo materia hæc inflectatur, ſemper eandem ferme partium, & pororum diſpoſitionem obtineat, quam in naturali, aut artificiali cryſtallizatione nacta eſt.

Apparet itaque, quemdam requiri rigiditatis gradum, & ductilitatis defectum in corporibus, ut ad ſenſum elaſtica ſint. Temperatio ductilitatem ferro adimit, ejus partibus adhæſionem, & rigiditatem tribuit, qua fragiles fiunt: hac ra-

ratione ferrum elasticum fit, & maxime elasticum.

Hic quoque notes velim, etsi fluidorum actio in elasticitatem influat, potissimam tamen elasticitatis causam esse mutuam partium attractionem, seu affinitatem, quæ earum separationi, & loci mutationi opponitur.

232. APPLICATIO III. Ensis lanistarum ferro constans ad incudem malleo ab heterogeneis partibus purgato, & quum incandesceret frigidæ aliis substantiis commixtæ immerso, magna elasticitate pollet: temparatione siquidem ductilitatem amisit: attractio, & partium adhæsio aucta fuit, quæ amplius distrahi nequeunt, quin omnino separentur, aut quin magna vi ad statum, quem *temperatione* obtinuerunt, restitui nitantur. Frigus liquidi, cui ferrum purgatum, & candens immergitur, ejus partes constringit, pororum hiatus imminuit, quorumdam fluidorum in illis rotantium exitum prohibet, moleculis omnibus adhæsionem, & rigiditatem impertitur, qua iterum jungi, & ad primum statum redire contendunt, si quando, vel minimam distractionem, aut separationem, subeunt. Ceterum eadem est fluidorum actio in virga chalybea temperata, quæ in ramo salicis, de quo supra, (230).

Hinc actio *laminarum spiralium elasticarum* in horologiis. Temperatione eam partium positionem, & adhæsionem aquirunt, quæ in spiram ductis laminis, distractione immutatur. Earum moleculæ hac violenta inflexione minimum quid a naturali positione distractæ, tantam adhuc contiguitatem, aut proximitatem servant, ut earum vis attractiva eis percurrere faciat minimum illud spatium, quo invicem distant. Hinc vis illa, qua elasterium spiras dilatat.

Si elasterium diffringatur, nulla amplius inter ejus partes sejunctas attractio est, adeoque

nec adhæsio: neque enim, si adhuc invicem applicentur, iis illa partium contiguitas datur, quam peculiaris attractionis lex postulat. (90).

Quum diutissime elasterium tensum perseverat, aut totam, aut partim vim suam amittit; fluida siquidem, quæ illud continenter permeant, tandem in illo sibi liberas vias aperiunt; & materia, qua constat, in statu hoc violento, & diuturno tantam ductilitatem recuperat, quanta satis est ad vacuola a tensione formata replenda.

233. APPLICATIO IV. Ensis Janistarum, & elasterium horologii elasticitatem amittunt, si igne incandescant. Actio enim ignis substantias dissipat, quas temperatio inter eorum moleculas intruserat, quæque harum molecularum ductilitatem destruentes effecerant, ne vel minimum moleculæ a sua positione recederent, quin maxima vi ad eandem redire contenderent. Ensis, & elasterii materia jam ductilis effecta jam rigiditate destituta est ad elasticitatem necessaria.

234. APPLICATIO V. In corporibus summe rigidis, aut omnimoda partium integrantium adhæsione destitutis nulla est elasticitas.

I. Corpus perfecte durum, cujus partes nullam distractionem admitterent, ut globuli secundi elementi Cartesiani, nulla elasticitate gauderet; summa siquidem duritie sua nullam partium distractionem pateretur. Hinc patet, partium duritiem, aut adhæsionem, quæ conditio est ad elasticitatem necessaria, si nimia sit, elasticitatem impedire.

II. Corpus nulla adhæsione præditum, ut aqua, vinum, liquida omnia, elasticitate prorsus caret; ejus enim moleculæ nullo nisu disgregantur, nec conjungi nituntur. Spatium a duabus moleculis se separantibus relictum illico ab aliis moleculis occupatur, quæ cum mole-

cu-

culis separatis æqualem habent affinitatem. Mutua itaque partium attractio in tali corpore semper plenum effectum obtinet, neque unquam est in statu violento.

Generatim corpus quodvis incomprimibile elasticitate caret; nullam enim nec in partibus integrantibus, nec in poris mutationem patitur. Nequit igitur tale corpus niti, ut statum, quem non amisit, recuperet; aut ut attractioni obtemperet, quæ semper plenum, & nihil immutatum effectum sortitur.

235. APPLICATIO VI. Metalla in naturali statu minimam habent elasticitatem; plurimam marmor, & ebur.

I. Metalla exiguam elasticitatem habent; quum enim eorum partes ductiles sint, inflexione, & compressione distrahuntur nullis inter distractas partes minimis spatiolis relictis, quæ necessaria sunt, ut attractio vim suam exerceat ad pristinam partium positionem restituendam, tum & figuram in corpore inflexo, aut compresso (231). Partes integrantes metallorum hac ratione se habent, ut partes liquidorum integrantes; quum moleculæ duæ distrahuntur, aliæ illis junguntur; & earum attractio semper satura est. Metalla elastica non sunt, nisi quatenus in partibus integrantibus aliquantum rigida sunt.

II. Marmor, & ebur valde elastica sunt; eorum enim partes integrantes affinitatem, & rigiditatem habent, qua aptissimæ sunt dispositionem in naturali crystallizatione receptam amittere, & iterum recuperare. Globus marmoreus, aut eburneus si ex alto in planum solidum labantur ictus omnibus ejus partibus agitationem imprimit. Hæ primum ex ictu distrahi nituntur, & re ipsa distrahuntur invicem aliquantum; globus enim ellipsoidis figuram induit ad duas diametri extremitates ad contactum terminatæ compressam, & in zona æque ab hujus dia-

metri extremis diſtante oblongatam. At quum partes hæ omnes non niſi minimum quid diſtractæ fuerint, (ceterum haberetur corporis fractura, & diſciſſio) ex mutua affinitate ſpatium percurrunt illud minimum, quo invicem diſtant, & iiſdem iterum ſe punctis contingunt, in quibus ſeſe ante compreſſionem contingebant; adeoque in priſtinum omnino ſtatum redeunt.

236. APPLICATIO VII. Aer, & lux elaſticitate gaudent: moleculæ ſiquidem minimum aeris, aut lucis globulum formantes, mutuam affinitatem habent, qua invicem adhærent. Partium harum lucis, aut aeris integrantium compreſſio moleculis eas componentibus minus intimum, & congruum contactum efficit, quam ille ſit, quem natura obtinent; earum vero affinitas, aut mutua attractio in priſtinum illas reſtituere nititur eodem machinamento, quod in ſalice, & in pila eburnea ſupra explicavimus.

237. NOTA I. Omnium corporum, quæ obſervare poſſumus, maxime elaſtica ſunt aer, & lux. Aer compreſſus, ceſſante vi comprimente, ſemper ad ſenſum idem volumen recuperat, ſive expanſionem, quam compreſſione amiſerat. Lux in planum radiis impervium incidens angulo reflexionis regreditur angulo incidentiæ ſemper æquali; quod in luce elaſticitatem ad ſenſum perfectam arguit.

Inter cetera corpora elaſtica nullum innoteſcit, cujus elaſticitas perfecta ſit. Globus marmoreus, aut eburneus perfecte elaſticus eſſet, ſi perpendiculariter in vacuo in ejuſdem materiæ planum cadens ex quavis altitudine ad eandem ipſam altitudinem aſcenderet, a qua deſcendit, eandem omnino figuram, quum ante lapſum habebat, recuperans. At nec marmor, nec ebur, nec chalybs temperatus, nec aliud quodvis ſolidum corpus duplex hoc phænomenon accurate pa-

parit. Nullus globus solidus ad altitudinem attollitur, a qua lapsus est; nec sphæricitatem, quam ictu amisit, omnino recuperat; & si diligenter inspiciatur, exigua in ipso compressio deprehendetur ad centrum circuli, qui a plano compressionem, & contactum expertus est.

Hinc aliquo pacto diversorum corporum elasticitas æstimari potest. Globi magis elastici ii sunt, qui perpendiculariter labentes a data altitudine in planum ejusdem materiæ ad majorem altitudinem attolluntur, & minus sphæricitatem amittunt.

238. NOTA II. Elasticitas in corporibus duobus modis agit, *pressione*, aut *tensione*. Spongia, pila lusoria quum manu comprimuntur, elasticæ pressione fiunt. Fides sonoræ in cytharis tensione elasticæ fiunt; quum vero diffringuntur, pars quævis magno impete ad se redit; omnes enim moleculæ vi tensionis distractæ, & sejunctæ, mutua attractione invicem accedere nituntur motu, quo ad puncta fixa retrocedunt. Quum arcus, aut ensis incurvatur tensio simul habetur, & pressio: tensio in externa, pressio in interna curvaturæ parte.

OBJECTIONES CONFUTANDÆ.

239. OBJECTIO I. Si attractio peculiaris influit tamquam causa in elasticitatis phænomenon, cur hoc illi tantum non tribuatur? cur illi materia subtilis, qua non indiget, addatur? cur duæ causæ admittantur, quam una sufficiat? Ceterum qua ratione materia subtilis, quæ tam facile corpora permeat, obstacula inveniat quæ ejus impulsionem in hæc corpora pariant, aut illam in corporum cavitatibus includant? qua ratione materia subtilis tenuitate ferme infinite minima tantum effectum, quantus est elasticitas, parere possit?

RESPONSIO. In physica causarum numerus

a phy-

a physici earum effectus observantis voluntate non pendent. Ad elasticitatem explicandam duplicem causam admittimus, propterea quia binæ causæ ad phænomenon hoc producendum concurrere videntur. Attractio præcipua elasticitatis causa est; at nihil probat, eam esse unicam, & fluidorum actionem esse excludendam.

I. Materia subtilis considerari potest veluti in diversæ densitatis torrentes divisa; & corporum pori veluti tubos conicos referentes. In hac adeo sinplici hypothesi, & obvia facile intelligetur, quomodo rapidissimus materiæ torrens amplius pororum orificium invadens in transitu obstacula offendere possit, & solidis corporum partibus, ac impermeabilibus, in quas impingit, impulsionem dare.

II. Quantumvis minima materiæ subtilis tenuitas supponatur, ejus moleculæ determinatam massam habent, quæ inter cavitates coerceri potest, quarum pori hisce moleculis minores sint. Non incongrue igitur fluida supponi possunt in corporum intimis detenta, & rotantia.

III. Hominum, & brutorum vis nonne maxima verisimilitudine spiritibus animalibus tribuitur, qui tantum materia tenuissima sunt invisibili cursu in nervos, & musculos injecta, a quibus detinetur, & in suo cursu dirigitur? (*Met.* 547, 558). Non itaque improbabile est, materiam subtilem, etsi multo tenuissimam sensibiles effectus in corporibus producere.

IV. At elasticitatis effectuum neque præcipua neque unica causa est actio materiæ subtilis. Sunt hi præcipue a vi attractionis, aut affinitatis, ut jam monuimus. Nimium itaque materiæ subtili tribueremus, si ab ipsa tantum elasticitatis effectus desumeremus.

240. OBJECTIO II. Aer perfecta elasticitate donatus est; hanc vero habebit ne aer a suarum partium adhæsione, & a fluidorum ejus poros impellentium aut in his vortices efficientium actio-

actione ? Lux perfecte elastica est. In ha quoque & partium adhæsio & fluidorum impulsus admittatur, quum elementorum infinite minimorum, & simplicium collectio videatur?

RESPONSIO I. Curnam aeris elasticitatis causa diversa sit ab ea, quæ in reliqua natura hoc phænomenon parit ? Quum aerearum partium figura observationibus dignosci nequeat, passim hæc elementa concipiuntur tamquam minima filamenta brevia, & exilia, seu tamquam minima elasteria inflexa illis horologiorum similia. Quare nam moleculæ parva hæc sive filamenta, sive elasteria componentes adhæsionem ex mutua affinitate habere nequeant ? quare a tenuiori adhuc materia affici non poterunt, quæ aut impulsione, aut expansione illa pristinæ figuræ restituat, quam pressione amiserint?

Aeris, lanæ, crinium, spongiæ filamenta in elasticitate censeri debent tanquam exiguæ virgæ flexiles salicis ramum referentes, cujus elasticum machinamentum supra explicavimus. (230).

II. Egregiis Neutoni experimentis de luce constat, minimum lucis fasciculum, qui observari possit, semper septem diversis molecularum speciebus componi, a quibus septem habentur colores primigenii (866). Ergo quivis lucis radius, seu fasciculus pluribus moleculis constat, quæ inter se adhæsionem habere possunt, & re ipsa habent. Quare moleculæ hæ lucis radium efficientes mutuam affinitatem non habeant, sive attractionem illi similem, quam cetera corpora elastica experiuntur?

Etsi in se ipsis tenuissimas lucis massas observare non possimus, magna tamen verisimilitudine sphæricæ supponi possunt. Tunc lucis elasticitas eadem ratione aget, qua marmorei, aut eburnei globi elasticitas (235).

§. IV.



§. IV.

GRAVITAS CORPORUM.

241. OBSERVATIO. Duo in hac quæstione occurrunt pertractanda: *causa gravitatis*, & *ejus phænomena*. At rerum natura, & nexus postulat, ut causa gravitatis in præsenti prætermissa, tantum illam dari statuamus, & ejus phænomena observemus. Alibi (1440) ostendemus, *corporum gravitatem a generalis attractionis lege pendere*: seu corporum gravitatis causam esse mutuam eorum attractionem, qua ad quædam communia centra perseveranter tendunt.

242. DEFINITIO. In corporibus *gravitas*, seu *acceleratrix* vis illa dicitur, qua ad quædam centra tendunt. Exempli causa, corpora omnia terrestria ad terræ centrum tendunt vi quadam, quæ est eorum gravitas; planetæ, & cometæ omnes ad solis centrum tendunt vi quadam, quæ est eorum gravitas. De corporum terrestrium gravitate hic tantum agemus, seu de vi illa, qua perpetuo sollicitantur ad terræ centrum accedere, & qua ad illud perpetuo accedunt, quum nullo insuperabili obstaculo eorum motus impeditur.

Aristoteles corpora in levia, & gravia partitus fuerat: hæc natura ad terræ centrum accedere nitebantur, illa natura ipsa ab hoc centro recedere. Aristoteles erravit; & experientia probavit, nulla esse corpora natura levia, sed omnia vera gravitate esse prædita.

Hac quæstione & machinæ pneumaticæ artificium, & virium motricium æstimationem saltem aliquatenus innotuisse supponemus. Hæc vero sequentibus tractatibus luculenter explicabuntur (696, 268).

PHÆ-

PHÆNOMENON I.

243. *Corpora, quæ levia censentur, veram habent gravitatem, seu naturalem tendentiam ad centrum terræ.*

DEMONSTRATIO. Experientia docet, fumum, vapores, flammam, quæ vulgus levia corpora esse putat, esse natura gravitate donata, qua ad centrum terræ tendunt, quum ab extranea vi opposita directione non feruntur. Ut hoc ostendatur:

I. Sub machinæ pneumaticæ recipiente recens extinctum, & fumantem lampadis ellychnium colloca. Fumus aere levior ascendit, & toto recipiente diffunditur. Aerem hauri: fumus sibi relictus descendit, & in discum, & in antliam ruit. Ergo fumus hic propriam habet gravitatem, qua ad descensum sollicitatur quum ab aere non amplius attollitur. Idem accidit si sub eodem recipiente saccharum, aut thus comburatur, aut aliud quodvis corpus in visibiles vapores exhalans.

II. Si extinctæ, & fumantis lampadis loco sub recipiente lampas accensa collocetur; flamma minus aere gravis ascendit, & perpendiculariter attollitur. At si aer exantletur, flamma sibi relicta descendit, & ad subjectum discum declinat; quod evidenter probat illam propria gravitate gaudere, qua sollicitatur ad terræ centrum natura tendere, quum aer illam suo gravitatis excessu non amplius removet. Q. E. D.

244. NOTA. Generalis liquidorum omnium, atque fluidorum lex est, ut graviora inferius minus gravia superius sese statuant. Etsi oleum, & aqua corpora gravia sint, si vas oleo semiplenum aqua repleatur, aqua majori sua supra oleum gravitate fundum vasis petet, & oleum coget superius attolli: e fundo educatur aqua; oleum naturali sua gravitate a superiore loco ad

da fundum descendet. Hæc phænomeni modo expositi imago est. Aer est corpus grave; & alibi (687) certissimis experimentis ejus propriam gravitatem ostendemus; quum vero flamma, fumo, aliisque quibusdam vaporibus gravior sit; fluida hæc, etsi propriam gravitatem habeant, cogit attolli, & superiora petere. Aere extracto, flamma, fumus, vapores proprio pondere, ut oleum in vase, ad inferiora dilabuntur.

PHÆNOMENON II.

245. *Corpora omnia ad æqualem a terra centro distantiam sita, si nihil lapsui obsistat, æquali velocitate descendunt: unde sequitur, vim acceleratricem, qua corpora ad descensum sollicitantur, eamdem esse in omnibus corporibus in æquali a terra centro distantia.* (*Fig.* 11.)

DEMONSTRATIO. Sit prælongus tubus vitreus AB, a quo exacte eductus fuerit aer, & cui antea inclusum fuerit exiguum plumbi frustum, alterum suberis, pluma, aut aliud corpusculum, quod libuerit. Parvus cylindrus R, cui adnexa est lamina D, ita tubo applicatus est, ut circa suum centrum moveri possit, & laminam movere, quæ & corpora sustinere, & demittere debet nullum externo aeri aditum præbens.

Si perpendiculariter demittantur diversa hæc corpora, ita ut eodem instanti a lamina illa sustinente discedant, apparent simul omnia, & æquali velocitate percurrere spatium DB, & omnia eodem instanti pertingere in B, nihil obstante diversa eorum natura, & densitate. Ergo corpora hæc, (aut aliud quodvis eorum loco positum), etsi inæqualiter densa, etsi natura diversa, eandem omnia vim acceleratricem habent, qua feruntur, aut qua ad terræ centrum æquali velocitate sollicitantur. Q. E. D.

246.

246. COROLLARIUM. *Gravitas, & pondus non sunt synonima. Gravitas eadem est in corporibus omnibus æque distantibus a centro terræ; pondus corporum est eorum massis proportionale,*

EXPLICATIO I. *Gravitas corporis* est vis activa illa urgens ad centrum terræ, quicumque suarum partium numerus sit. Vis hæc omnibus corporibus eadem est, lapsum enim æque celerem & initio, & in progressu corporum omnium efficit æque a terræ centro distantium, quæcumque eorum densitas, & massa sit.

II. *Pondus corporis* est partium summa se moventium, aut propria gravitate se movere nitentium. In gravibus gravitas ut causa consideranda est; pondus vero ut effectus hujus causæ haberi debet. Globus plumbeus unius pondo pondus habet sexdecies majus globo plumbeo unciæ unius; non tamen majorem habet gravitatem; vis enim activa prioris partes ad descensum sollicitans eadem omnino est, quæ alterius partes ad descensum sollicitat.

Olim gravitas, & pondus idem esse putabantur: corpus quatuor partibus constans magis tendere debere censebatur ad gravitatis terminum, quam corpus una, aut altera tantum parte constans: tum gravitas habebatur massis proportionalis. Galilæus sententiam hanc experientiæ trutina expendit; & invenit, in corporum descensu velocitatum diversitatem non esse massis proportionalem. Aliter itaque de gravitate sensit; & quum ad ea usque tempora opinio invaluisset, majorem in plumbo, exempli gratia, quam in subere gravitatem esse, censuit in ambobus hisce corporibus vim hanc æqualem esse, & æqualem ipsis ad centrum terræ nisum indere; velocitatum vero in pleno aere diversitatem tantum a medii resistentia produci, in quo movebantur, quæ majorem vis hujus acti-

væ,

væ, & acceleratricis, seu potius effectus sui, in subere, quam in plumbo quantitatem elidebat. Experientia ostendit, Galilæi sententiam de gravitate rectam esse, & rerum naturæ consonam.

247. NOTA I. In gravitate, ut in alia vi quavis, consideranda est directio, quam sequitur, velocitas, quam indit, materiæ quantitas, quam movet.

I. *Directio, quam gravitas sequitur*, semper est finitori normalis terrestris puncti, ad quod dirigitur. Infinitis enim observationibus constat ubique terrarum summa diligentia peractis, *lineam gravitationis corporum terrestrium semper, & ubique normalem esse finitori puncti cujuscumque superficiei terrestris, ad quod pertingit*. Si vero terra sphærica est, linea hæc gravitationis normalis est tangenti puncti illius, ad quod grave quodvis pervenit sola sua gravitate libere cadens. Jam notum est quid sit finitor, sive horizon verus, & apparens puncti terrestris superficiei, quæ infinitos horizontes habet perpendiculo, & libella innotescentes; (*Math.* 531.)

II. *Velocitas a gravitate impressa*, quum nihil suo effectui opponitur, eadem est in omnibus corporibus æque a terræ centro distantibus. At velocitas hæc a gravitate corporibus impressa varia est pro diversa corporum a terræ centro distantia; ut quamprimum ostendemus.

III. *Quantitas materiæ a gravitate mota* æquali velocitate, in corporibus ponderum diversitatem parit, tum percussionum, & virium motricium diversitatem. Globus plumbeus in vacuo majorem ictum efficit, quam globus suberis volumine æqualis; in globo plumbeo siquidem multo major materiæ quantitas a gravitate mota, quam in globo suberis reperitur.

248. NOTA II. Plærisque observationibus constat accuratissimis in Gallia, in Anglia, in Italia, in Germania peractis, *corpora in vacuo primo*

mo minuto secundo perpendicularis descensus percurrere quindecim ferme pedes Gallicos, qui ferme sexdecim Anglicis æquivalent. Quidquid minus spatii in aere pleno labentia percurrunt, id aeris resistentiæ tribuendum est; quæ resistentia magis velocitatem imminuit in corporibus minus densis, minus in densioribus.

249. NOTA III. Desagullierius coram Neutono, & Halleyo pulcherrima hac in re experimenta fecit. Ex tholo ædis Divi Pauli Londini alto pedes anglicos 272 corpora demisit plura pondere, & volumine diversa; & inter cetera observatum est:

I. Globum plumbeum pollicum ferme duorum diametro ex hac pedum 272 altitudine descendisse tempore secundorum quatuor cum quadrante. Transactiones referunt fuisse secunda quatuor, & semis; at quadrans demendus est, ut monet Nolletus; lapsus enim instans numerabatur ille, quo a loco 272 pedes alto ictus sonitus audiebatur; porro sonus secundi quadrantem impedit ad hoc spatium percurrendum (760). Globus hic in vacuo eodem tempore 289 pedes anglicos percurrisset; aeris igitur resistentia illi pedibus 17 velocitatem retardavit.

II. Globos duos heterogeneos diametro fermę pollicum quinque & semis, pondere vero alterum granorum 2610, alterum 137, & semis tempora admodum diversa in descensu ab eadem hac altitudine impendisse. Gravior enim illam percurrit secundis sex cum dimidio: levior in descensu ferme 19 secunda temporis impendit. Ergo aeris resistentia majorem minus densis, minusque gravibus corporibus, quam densioribus, gravioribusque retardationem parit.

250. NOTA IV. Aquæ libra, & plumbi libra eundem in vacuo ictum efficerent, si cetera in hisce corporibus paria omnia essent; eadem enim in illis haberetur massa, & velocitas, quæ idem vis motricis productum exhi-

bent. Attamen corpus fragile, quod in vacuo a plumbi libra diffiringetur, non item ab aquæ libra frangi poterit. Ratio hujus eſt, quia plumbum ex partium ſuarum conjunctione, & adhæſione, quæ omnes ſimul gravitant majorem ictum in idem fragilis corporis punctum dirigit, contra vero aqua partibus ſejunctis, & ſeorſim ſingulis gravitantibus ictum diviſum ad diverſa ſubjecti corporis puncta dirigit. Corpus fragile ictui cedens partium omnium vis motricis poteſt igitur æqualis vis motricis ictui diviſo reſiſtere.

Ictus diverſitas ex aquæ libra, & plumbi libra multo magis apparet quum hæc corpora per aerem deſcendunt. Libra plumbi labens volumen non mutat, & aeris columnam tantum depellit ſuæ latitudini æqualem. Contra vero aquæ libra ab aeris reſiſtentia labens perpetuo dividitur; quo magis vero augetur diviſio augetur ſuperficies, majorem aqua aeris volumen depellit, majorem reſiſtentiam experitur, magis vis ejus motrix imminuitur.

Ut clarius adhuc theoria hæc eluceat, ſit tubus vitreus ſatis longus aere vacuus, & ad tertiam ſui partem aqua plenus. Si tubus inclinetur ad totam aquam in ſuperiori parte colligendam, & illico tubus hic ad perpendiculum invertatur, aqua ad fundum labitur columnæ inſtar, & fundum percutit ſono illi valde ſimili, quem marmoris columella, aut levis mallei ictus efficeret: inſtrumentum hoc vocatur *malleus aqueus*. Aquæ lapſus nec talem ictum, nec talem ſonitum edit in æquali tubo, a quo aer eductus non fuerit; columna aerea ſiquidem aquæ, & tubi fundo interjecta attollitur eo gradu, quo aqua deſcendit, liquidum hoc in plurimas partes dividit, inæqualiter ejus lapſum retardat, conjunctum columnæ inſtar labi vetat & inſtantaneum fundo ictum infligere a ſuarum partium gravitantium motu accelerato, nec interrupto productum.

PHÆ-

PHÆNOMENON III.

251. *Gravitas, seu vis acceleratrix corpora ad descensum sollicitans non in omnibus terræ regionibus æqualis est: major est ad polos, quam in Gallia, major in Gallia, quam ad æquatorem.*

EXPLICATIO. Phænomeni hujus demonstratio peculiari observatione innititur proxime superiore sæculo facta; pendulum scilicet minuto temporis secundo oscillans tardius ad æquatorem oscillare, quam in Gallia, tardius in Gallia, quam ad polos (*fig.* 12).

Pendulum hoc est gravis lens P laminæ metallicæ FP adnexa, cui rotarum conjunctio in F positarum exiguum uniformem motum servat lenti P inditum illam ab extremitate D sui arcus demittendo. Lens hæc attollitur, aut deprimitur donec exacte arcum suum DD, seu *mm*, seu *nn* perseveranter minuto secundo temporis percurrat. Instrumento hoc exeunte superiore sæculo detectum fuit, corpora magis in Gallia, quam ad æquatorem gravitare.

I. Richerius regis jussu ad Cayennam insulam profectus anno 1672., ut ibi observationes perageret, quæ in Gallia fieri nequibant, primus & admirabundus deprehendit, pendulum pedes tres, & lineas octo cum tribus quintis partibus longum, quod accurate quovis minuto temporis secundo Parisiis oscillabat, non amplius in Cayenna exacte oscillare, sed ejus vibrationes minuto secundo aliquanto diuturniores esse. Pendulum lineam unam cum quadrante saltem minutum fuit in ea insula ad quintum ferme latitudinis gradum sita, ut exacte oscillaret, ut Parisiis oscillabat, quæ urbs latitudinem habet graduum 48, 50.

Idem phænomenon deinde observatum fuit in insulis Horeæ, Divi Christophori, & Divi Dominici a Varinio, & Deshayes, in insula Martinica a Feuillæo, & Camphelso, Panamæ a Bou-

Bouguerio, & Condaminio in Peruviam missis ut terrestris meridiani gradum metirentur anno 1738.

II. Galli Academici, qui eodem tempore in Laponiam profecti sunt, ut sub ipso polari circulo meridiani gradum metirentur, observarunt, pendulum, quod Parisiis exacte quovis minuto secundo semel oscillabat, sub circulo polari breviores minuto secundo oscillationes facere: quare pendulum P, ut exacte vibraretur, elongare debuerunt.

III. Juxta Richerium, Varinium, Deshayes, Mairanum, Picardum, Maupertuisium pendulum P longum esse debet lineas 440 ferme cum dimidio Parisiis, ut exacte uno temporis minuto secundo arcum D D percurrat.

Hoc idem pendulum in Cayenna breviari debet saltem lineam unam cum quadrante juxta Richerium, aut ferme lineas duas juxta Deshayes, ut ibi exacte uno temporis secundo arcum *m m* paulo breviorem arcu D D percurrat.

Hoc ipsum pendulum sub circulo polari exigua quantitate produci debet, ut ibi secundo temporis exacte percurrat arcum *n n* aliquanto longiorem arcu D D. Hæc omnia inter se comparata vide, si lubet, ad calcem postremi voluminis operum Maupertuisii.

IV. En itaque ex omnibus observationibus hac de re peractis, & in idem phænomenon consentientibus, idem pendulum P, cujus vibrationes D D uno minuto secundo fiunt in Gallia, secundo citius oscillare sub circulo polari, secundo serius ad æquatorem. Ex his propositi phænomeni demonstratio fluit.

DEMONSTRATIO I. Quo pendulum longius est, eo magis arcus oscillatione descriptus extensus est; arcus enim *m m*, *n n*, quos quum diversam longitudinem obtinet describit, sunt concentricarum periphæriarum arcus similes.

Quo extensior est arcus a pendulo P descri-
ptus

ptus dato tempore, puta temporis secundo, eo majorem habet velocitatem adeoque & vim motricem; vis enim motrix est productum massæ penduli, quæ semper eadem est per velocitatem modo majorem, modo minorem.

Quo majorem pendulum habet velocitatem, & vim motricem, eo major est causa hanc velocitatem, & vim motricem in pendulo producens: causa enim semper, & ubique effectui suo proportionalis est.

II. Quænam itaque causa est velocitatem producens, & vim motricem penduli P ad extremitatem D arcus sui elevati? evidens est sola penduli inspectione, eam tantum esse posse ejus gravitatem; causam scilicet generalem corpora omnia sollicitantem motu accelerato accedere ad centrum terræ; nulla enim alia causa tunc in pendulum agit; pendulum vero ad arcus sui extremitatem elevatum ad perpendicularem deferri nequit, & deinde ad alteram arcus extremitatem, nisi motu gravitatis accelerato.

Quum ergo idem pendulum ad sui arcus summitatem elevatum majorem habeat velocitatem & vim motricem ad polos, quam in Gallia, majorem in Gallia, quam ad æquatorem, ut ex allatis observationibus constat; certum est, & evidens, hujus penduli gravitatem, ac proinde corporis cujusque, magis activam, ac majorem esse ad polos, quam in Gallia, in Gallia, quam ad æquatorem. Q. E. D.

252. NOTA I. Pendulum, quod exacte vibrationem singulis minutis secundis efficit in Gallia, breviari debet sub æquatore; quum enim ibi gravitas minor sit, quam in Gallia, non tantam pendulo velocitatem sub æquatore, aut prope æquatorem impertitur, quanta requiritur, ut minuto secundo arcum æque amplum describat, ac eum quem in Gallia descibebat.

Contra pendulum exacte oscillans singulis secundis in Gallia, produci debet sub circulo po-

lari, ut integram vibrationem singulis secundis efficiat; quum enim gravitas major sit ad polos, quam in Gallia, pendulo sub circulo polari majorem indit velocitatem, quam quæ ad arcum in Gallia uno secundo peractum ibi describendum requiratur, quemque ibi breviori tempore describit. Ergo producendus est hic arcus, ut tempus ad illum gravitate aut vi acceleratrice aucta describendum requisitum omnino minuto secundo æquale sit.

Ex observationibus recens in Gallia, & sub circulo polari a Gallis Academicis peractis, gravitas Parisiis ad gravitatem sub circulo polari est, ut 100000 ad 100137; seu ferme ut 201 ad 201 $+\frac{1}{4}$. Ex variis observationibus hac super re pluribus in locis habitis ab æquatore ad circulum polarem, & quarum indicem in quarto volumine operum Maupertuisii invenies pagina 345; gravitas sub æquatore ad gravitatem sum polis est, ut 201 ad 202.

253. NOTA II. Frustra ad eludenda consectaria, a penduli productione ad polos, & decurtatione ad æquatorem deducta, condensatio & dilatatio objicietur, quam diversa temperies ad polos, & ad æquatorem parit. Inanem hanc oppositionem facile dilues; siquidem:

I. Experimenta, in quibus in regionibus æquatori proximis pendulum breviari debuit, ut plurimum in summis montibus habita fuerunt, ubi frigus asperius erat, quam Parisiis esset, quum pendula hæc accurate probata fuerunt. Falso itaque pendulorum breviatio requisita, ut exacta evaderent, metalli dilatationi ex nimio calore productæ tribueretur.

II. Experimenta, quibus pendulum in borealibus regionibus produci debuit, habita sæpius fuerunt illa anni tempestate, qua regiones hæ minus frigore rigebant, quam quod vere, & autumno in Gallia sentiatur, ubi pendula hæc produci non indigent.

III. Pendulum 360 pollices longum ex calo-

ris

ris excessu, qui in australibus regionibus sentitur supra communes Galliæ calores lineam tantum elongatur, & tamen pendulum nec pollices 37 longum in Cayenna lineam cum dimidia, aut duas breviari postulat. Ergo in australibus regionibus multo plus pendulum breviandum est, quam caloris excessu produci possit; ergo penduli retardatio in regionibus australibus unicam, aut præcipuam causam dilatationem ex climatis calore nequaquam habere potest.

IV. Sub eodem caloris gradu accurate thermometro expensi penduli vibrationes ad æquatorem, & ad polos non parum diversæ sunt. Ergo vibrationum penduli diversitas in his regionibus non a diversa climatum temperie, sed a diversa penduli gravitate est repetenda.

254. NOTA III. Certum est, & hoc alibi ostendemus (1373), terram ad polos compressam esse, ad æquatorem elatam; & radios terrestres ab æquatore ad polos decrescere. Hinc sequitur, corporum gravitatem, quum ipsa a polis ad æquatorem minuatur, ea ratione minui, qua corpora, quibus inest, a centro terræ recedunt.

In astronomia præterea ostendemus, gravitatem, seu vim acceleratricem corpora ad terræ centrum sollicitantem eadem proportione minui qua quadratum eorum a centro terræ distantiæ augetur; & corpus determinata gravitate præditum in terræ superficie quater minorem gravitatem habiturum si ad duplicem ab eodem centro distantiam sisteretur; centies minorem, si ad decuplam, ter millies sexcenties minorem, si ad lunæ distantim atransferretur (1272).

255. Illustris Cassinus pater superiori ætate integrum meridiani circuli arcum Parisiis transeuntem a Ruscinensis Comitatus finibus Dunikerkam usque dimensus est. Ex ejus dimensionibus sequebatur, terram ad polos elongatam, ad æquatorem compressam esse.

Ut dubiam hanc observationem cum experientia conferret Neutonus de diuturna circa axem suum terræ revolutione probe persuasus ex flexili corio globum aqua plenum velociter circa axem suum rotavit, & quam figuram globus caperet observavit. Porro eum vidit ad æquatorem intumescere, ad polos deprimi.

His observatis Neutonus modeste tantum pronunciavit, Cassini observationes de productione telluris ad polos, & depressione ad æquatorem neque experimento suo, neque motus theoriæ consentaneam esse; juxta suum experimentum, & theoriam motus quum partes aqueæ majores circulos sub æquatore, quam ad polos describerent, majori vi centrifuga sub æquatore pollere debere, quam polos versus; adeoque majorem vis centripetæ partem, seu gravitatis ad æquatorem amittere debere; ac proinde magis ibi elevari debere, ut massæ excessu polaribus æquilibrarentur, quæ minorem gravitatis partem amittunt; corpora solida æque, ac fluida, quum inæqualibus velocitatibus motu diurno circa telluris axem rotentur, minorem sub æquatore, quam ab eo procul, & polos versus gravitatem habere debere.

Hoc Neutoni ratiocinium & suo, & Richerii experimento congruebat: observationes astronomicæ hoc sæculo in Peruvia, ad promontorium Bonæ spei, ad polarem circulum habitæ illud verissimum demonstrarunt. Telluris ad polos compressio certissime probata fuit, ut alibi explicabimus (1368); & physici omnes, tum Cassinus filius ipse a Cassini patris sententia recesserunt; filius enim re accurate perpensa ingenue fassus est, patrem in suarum dimensionum consectariis deceptum fuisse.

CONCLUSIO.

256. Hactenus primo hoc tractatu de *materia*

via natura, & de *corporum natura* egimus, in quo genericas omnes proprietates adhunc usque diem in materia, & in corporibus detectas successive perpendimus.

Omnes ne materiæ, & corporum proprietates nos nosse arbitremur? Nequaquam sane: plurima adhuc amplissima hac in re supersunt detegenda. At profecto non temere loquemur, si dicamus, ac scire putemus, proprietates omnes corporum quæ nobis ignotæ esse possunt, a genericis proprietatibus emanare debere, quas in illis plurium sæculorum observationes nobis detexerunt; exempli causa ab eorum extensione, divisibilitate, mutua attractione, partium integrantium & constituentium diversitate, poris, gravitate, mobilitate, ceterisque. Quare si plane, & explicite omnes proprietates in se ipsis non cognoscimus, quibus corporum species aliæ ab aliis distinguuntur, saltem implicite, & confuse abditas has proprietates noscimus in germine, a quo gigni debent, in fonte, a quo fluere, in causarum collectione, a quibus producendæ sunt.

Explicit Tractatus primus.

TRACTATUS SECUNDUS.

THEORIA MOTUS:

MOTUS IN SE IPSO.

MOTUS IN MACHINIS.

THEORIA
ENTIUM SENSIBILIUM,
SIVE
PHYSICA UNIVERSA.

TRACTATUS SECUNDUS.

THEORIA MOTUS.

Mira varietas, quam mundus inanimatus nobis exhibet, materiam tantum postulat, & continet natura homogeneam, modificationibus figuræ, & motus heterogeneam ut præcedenti tractatu ostendimus (144). Post expositam genericam materiæ theoriam, genericam quoque motus theoriam explicare aggredimur; hinc universæ naturæ theoria habebitur, quæ non nisi materiam, & motum continet. *Motum in se ipso*, & *motum in machinis* tractatu hoc expendemus.

Grave profecto est, præclaram hanc motus theoriam sæpius tenebris involutam, aliquando falsis principiis innixam in plurium illustrium auctorum operibus videre. Eam nos in perspicuam lucem proferre nitemur, erroresque omnes quibus non semel deturpata fuit, ab illa ablegare curabimus.

SECTIO PRIMA.

MOTUS IN SE IPSO.

Motus natura, obſtacula ad motum, generales motus leges, communicatio motus, motus compoſitus, acceleratus, reflexus, & refractus: ſingula hæc totidem articulis pertractabuntur.

ARTICULUS PRIMUS.

NATURA MOTUS.

257. DEFINITIO I. Motus eſt translatio, ſeu tranſitus ſucceſſivus corporis a loco ad locum; quæcumque tranſitus hujus, ſeu translationis directio, velocitas, & cauſa ſit.

I. Locus, uti & motus, vel abſolutus eſt, vel relativus ut in metaphyſica explicavimus (*Met.* 132)

II. Cauſa efficiens motus eſt ſolus Deus (76): homo, bruta, materia ejus cauſæ ſunt tantum occaſionales (*Met.* 553).

258. DEFINITIO II. *Differentiæ motus* dicuntur modificationes, quibus motus a motu differt.

Motus ab alio motu differt aut directione, aut velocitate, aut quantitate, aut compoſitione. Exempli cauſa, motus horizontalis *directione* ſua differt a motu verticali. Motus lentior *velocitate* ſua differt a celeriori. Motus ut duo *quantitate* ſua differt a motu ut quatuor. Motus ex pluribus motibus compoſitus *compoſitione* ſua differt a motu ſimplici, & a magis, minuſve compoſito.

259.

259. DEFINITIO III. Quivis motus eſt vel per lineam rectam, vel per curvam. Motus ſive per rectam, ſive per curvam aut uniformis eſt, aut acceleratus, aut retardatus.

Motus *uniformis* eſt quum ſibi ſemper æqualis eſt, quum nec augmentum, nec decrementum progrediendo capit. Motus *acceleratus* eſt, quum magis magiſque creſcit; ut ille eſt globi bellici aut formaliter, aut oblique ad horizontem labentis. Motus *retardatus* eſt, quum magis, magiſque minuitur, ut motus eſt globi bellici verticaliter aſcendentis.

260. DEFINITIO IV. Motus per lineam rectam reſpectu terræ conſideratus eſt horizonti aut parallelus, aut perpendicularis, aut obliquus. Ita hæc perſpicua ſunt, ut nulla explicatione indigeant.

261. DEFINITIO V. Motus, qui perpendicularis dicitur, conſiderari poteſt tum reſpectu ad ſuperficiem planam, tum ad curvam.

I. Motus per lineam rectam perpendicularis eſt ſuperficiei planæ, quum linea, quam deſcribit, quaquaverſum angulos rectos efficit cum hac ſuperficie. Motus hic huic ſuperficiei obliquus, quum linea, quam deſcribit, inæquales cum hac ſuperficie hinc inde angulos efficit. Motus hic huic ſuperficiei parallelus eſſet, ſi linea, quam deſcribit, æque ubique ab hac ſuperficie diſtaret.

II. Motus per lineam rectam corpori ſuperficie curva perpendicularis eſt, puta ſphæræ, quum linea, quam deſcribit, corpus hoc attingens indefinite ultra contactus punctum producta per curvaturæ centrum tranſiret; ſi linea hæc extra centrum tranſeat, motus hic obliquus erit. (*)

(*) *In Sphæricis valet hæc definitio, in aliis curvis non item; ſatius dixerim, motum hunc perpendicularem fore, ſi cum tangente curva angulos utrinque rectos effecerit.* Interpres.

Tria in motu perpendenda sunt, corporum velocitas absoluta, & relativa; motus quantitas; virium vivarum, & mortuarum consideratio.



PARAGRAPHUS PRIMUS.

VELOCITATIS ÆSTIMATIO.

262. DEFINITIO. Velocitas corporis in motu positi est major, aut minor rapiditas, qua datum spatium percurrit. Velocitas æstimari nequit, nisi spatium percursum tempori ad hoc percurrendum impenso conferendo. Aristus leucas duas confecit æquali, & lento gressu procedendo: quænam erat ejus velocitas? ignoratur. Aristus duabus horis æquali gressu deambulavit: quænam erat ejus velocitas? adhuc ignoratur. Aristus uniformi gressu duobus horis deambulans leucuas duas confecit: ejus velocitas innotescit.

Velocitas itaque est spatium percursum divisum per tempus, quo percurritur; seu *velocitas est ratio spatii percursi ad tempus, quo percurritur*. Quo longius est spatium, & tempus brevius, eo major est velocitas. Quo spatium brevius est, & tempus diuturnius, eo minor est velocitas.

263. COROLLARIUM. Hinc sequitur, velocitatem semper fractione exprimi posse, cujus numerator sit spatium percursum, & denominator tempus, quo percurritur. $\frac{S}{T} = V$. $\frac{s}{t} = v$.

Hinc sequentes canones descendunt, quibus diversorum corporum velocitas respectiva comparatur, & æstimatur.

Canones velocitatum relativarum.

264. CANON I. *Si spatia percursa, & tempora sunt æqualia, velocitates erunt æquales.* Duæ enim fractiones æquales sunt, quum earum numeratores, & denominatores sunt æquales. $\frac{10}{12} = \frac{10}{12}$.

265. CANON II. *Quum tempora sunt æqualia, spatia vero inæqualia, velocitates erunt ut spatia.* Duæ enim fractiones, quæ eundem denominatorem habent, sunt inter se ut numeratores. $\frac{10}{12} : \frac{20}{12} :: 10 : 20$. (*Math.* 190).

266. CANON III. *Quum spatia sunt æqualia, tempora vero inæqualia, velocitates sunt in ratione inversa temporum.* Quum enim duarum fractionum numeratores sunt æquales, fractiones inter se sunt in ratione inversa denominatorum. $\frac{5}{10} : \frac{5}{20} :: 20 : 10$.

267. CANON IV. *Quum spatia, & tempora sunt inæqualia, velocitates sunt ut quota spatiorum per respectiva tempora divisorum.* Duarum enim fractionum numeratores, & denominatores quum æquales sunt, cujusque fractionis valor æqualis est quoto sui numeratoris per suum denominatorem divisi. $\frac{5}{10} : \frac{8}{4} :: \frac{1}{2} : 2$. (*Math.* 190.)

---

§. II.

Quantitatis motus æstimatio.

268. OBSERVATIO. Experientia constat, corpus massa determinata tanto majorem motum,

tum, seu vim motricem habere, quo majorem habet velocitatem: corpus velocitate determinata tanto majorem motum, seu vim motricem habere, quo majorem massam habet. Hinc sequitur, massam, & velocitatem in quantitatis motus consideratione simul esse sumendas. (*fig.* 17.)

I. Si corpora duo A, & B massa æqualia simul ab uno termino discedant, & simul ad alium terminum perveniant, facile intelligitur, eandem illas habere motus quantitatem. At supponamus, massam corporis A fieri duplam massæ corporis B, & eandem ambo velocitatem habere; intelligitur, dimidium corporis A tantundem motus habere debere, quantum habet totum corpus B; & totum corpus A ratione massæ duplæ duplum motum habere debere totius corporis B. *Ergo in motu æstimando massa consideranda est.*

II. Si duo corpora A, & B massa æqualia simul ab uno termino discedant, & corpus A ad datum terminum perveniat multo citius corpore B; concipitur, corpus A majorem motus quantitatem habiturum, quam corpus B: concipitur, corpus A duplum, aut quadruplum motum habiturum motus corporis B, si duplo aut quadruplo citius corpore B ad datum terminum pervenit. Ergo *in motus æstimatione æque velocitas est consideranda.*

Hinc sequitur, massam, & velocitatem simul considerandas esse in motus æstimatione; major enim in corpore massa, aut velocitas majorem illi motus quantitatem impertitur.

269. ASSERTIO. *Quantitas motus in corpore est productum ex massa in velocitatem, aut ex velocitate in massam.*

DEMONSTRATIO. I. Quum duæ magnitudines ad tertiam efficiendam simul concurrunt, patet, magnitudinem resultantem esse debere duarum generatricium magnitudinum productum,

ctum. Atqui massa, & velocitas simul ad motus quantitatem efficiendam concurrunt, ut modo vidimus; ergo quantitas motus esse debet productum ex massa, & velocitate invicem multiplicatis.

II. Experientia theoriæ hujus veritatem confirmat, atque demonstrat. In omnibus enim motibus mechanicis satis est aut massam, aut velocitatem corporis duplicare, ut illi dupla vis motrix tribuatur; satis est illarum alterutram triplicare, aut quadruplicare, ut corporis vis motrix, seu quantitas motus tripla fiat, aut quadrupla; atque ita porro. Ergo quantitas motus in corpore semper est productum ex massa, & velocitate invicem multiplicatis, Q. E. D.

270. NOTA. Ex hac theoria canones sequentes de respectivæ motus quantitatis æstimatione, tamquam corollaria, descendunt. Hos tantum indicabimus; ex principiis enim hactenus statutis, & ex arithmetica, aut algebrica multiplicatione elucescunt.

Canones virium respectivarum.

271. CANON I. *Si duorum corporum massa, & velocitates sint æquales, eorum quantitates motus erunt æquales.* Sit enim M, vel m expressio massæ, V vel v expressio velocitatis. Evidens est, fore $M \times V = m \times v$.

272. CANON II. *Si duo corpora massa æqualia sint, velocitate inæqualia, quantitates motus respectiva erunt ut velocitates*; Patet siquidem, $MV : mv :: V : v$. (Math. 221, II.)

273. CANON III. Quum duo corpora velocitate æqualia sunt, massa inæqualia, respectivæ eorum motus quantitates sunt inter se ut massæ. Patet siquidem, $VM : Vm :: M : m$.

274. CANON IV. *Si duo corpora massa, & velocitate inæqualia sint, eorum respectiva motus quantitates sunt ut producta ex massis in re-*

respectivas velocitates. Duæ enim hæ vires motrices non sunt nisi productum cujusque massæ in suam respectivam velocitatem.

275. CANON V. *Si duo corpora M, & m inæqualia sint massa, & velocitate, ita ut M massa tanto majus sit m, quanto m velocitate majus est M, eorum quantitates motus erunt æquales* Et reciproce, *si in duobus corporibus massa inæqualibus quantitates motus sunt æquales, eorum velocitates sunt in ratione inversa massarum.*

DEMONSTRATIO I. Canonis hujus pars prima evidens est. Duo enim producta æqualia sunt, quum multiplicandum M primi est ad multiplicandum m secundi ut multiplicator V secundi est ad multiplicatorem v primi; exempli gratia, $10 \times 5 = 5 \times 10$.

II. Neque minus evidens est altera canonis pars. Quum enim duo producta sunt æqualia necessario proportio datur inter quatuor quantitates hæc producta efficientes (*Math.* 172). Atqui, ut proportio detur, debet major massa M esse ad minorem m, ut major velocitas V est ad minorem v. Exempli gratia, si $Mv = mV$; jam $M : m :: V : v$. Ita quoque si $10 \times 5 = 2 \times 25$, jam $10 : 2 :: 25 : 5$. (*Math.* 173).

Canon hic præcipuum est totius mechanicæ fundamentum, quæ scientia maximas resistentias exigua massa vincere docet; quod obtinet ita exiguæ massæ velocitatem augendo, ut productum exurgat æquale, aut majus producto majoris massæ in minorem velocitatem.

276. NOTA. Ad massarum, & velocitatum quantitatem æstimandam, quarum æstimatio æstimationem motus necessario ingredi debet, massæ hæ, ac velocitates analogis, & notis mensuris sunt comparandæ. Exempli gratia:

I. *Quantitas massarum* ex pondere æstimatur, & ex comparatione earum ponderis notis, ac determinatis ponderibus, Massæ plumbi, su-

be-

beris, lanæ, ſingulæ unius pondo, æquales ſunt. Maſſa plumbi unius pondo, & maſſa plumbi, aut ſuberis unius unciæ ſunt inter ſe ut 16 ad 1.

II. *Quantitas velocitatum* in duobus corporibus æſtimatur, ut innuimus, ſpatium a ſingulis percurſum per tempus, quo percurſum fuit, dividendo. Quota reſpectiva reſpectivas velocitates exprimunt. Spatium metimur hexapedis, pedibus, pollicibus, lineis; tempus metimur horis, minutis, ſecundis, tertiis.

277. NOTA II. Facile intelliges ex hac theoria de quantitate motus, quæ ſemper facto ex maſſa in velocitatem, aut ex velocitate in maſſam æqualis eſt:

I. Qua ratione corpora multo tenuiſſima, uti moleculæ ignis, & materiæ electricæ, & ſpiritus animales tam ingentes effectus operentur. Maſſæ tenuitas in illis ab immenſa velocitate compenſatur; & productum, quod eorum vim motricem, ſeu quantitatem motus exprimit, ex maxima velocitate maximum fit, etſi maſſa minima ſit.

II. Qua ratione exiguus ſilex duabus rupibus interjectus, quarum altera alteri ſuperimpoſita lentiſſima velocitate in ſubjectam gravitat, aliquando maxima velocitate exiliat, nec ulla ratione illi enormis maſſæ comparanda, a qua motum accipit. Silex hic a producto maſſæ in velocitatem prementis rupis compreſſus fuit; & juxta compreſſionis, & reactionis leges quamprimum explicandas, erumpit quantitate motus illi vis comprimentis æquali; quod contingere nequit, niſi ſilex hic maſſa minimus maximam velocitatem acquirat.

§. III.

§. III.

DE VIRIBUS VIVIS, AC MORTUIS.

278. OBSERVATIO. EN tibi rem, quæ physicæ scandalum videtur. In hac præclarissimi physici demonstrationibus physico-mathematicis innixi in omnino oppositas sententias abeunt. Quam sibi cæcus, & insipiens pyrrhonismus hæc videns plaudet! Quamprimum ostendemus, philosophicum hoc scandalum in æquivocatione situm esse, & re ipsa omnes consentire.

I. *Vis mortua* dicitur vis in resistentiam, quam vincere non potest, frustra colluctans. Exempli gratia, si bilancis lancibus imponas primo hinc pondus duarum librarum, inde pondus libræ unius; pondus hoc unius libræ vis mortua est, vis veluti extincta a vi, aut resistentia opposita. Si iisdem lancibus utrinque, pondera æqualia imponas, ita ut æquilibrium habeatur; utraque vis adhuc mortua est, vis, quæ ab opposita elisa, actione carere videtur. *Vis, cujus actio perseveranter eliditur, & quasi mortua remanet.*

II. *Vis viva* dicitur, quæ oppositam resistentiam vincit, & corpus actioni suæ obsistens loco depellit. Exempli causa, si bilancis lancibus imponas primo, hinc pondus librarum decem, illinc subinde pondus librarum duodecim; pondus hoc librarum duodecim est vis viva, cujus actio obstaculum removet, & oppositam resistentiam vincit. *Vis, cujus actio non eliditur, sed victo obice invicta remanet.*

Buffonius aliam virium vivarum, & mortuarum notionem tradit, quæ nihil ad rem præsentem facit. (627. V.,

279. NOTA I. Vis viva, & mortua verissimam utraque actionem habet. *Actio vis viva* sita est in vi opposita vincenda. *Actio vis mortua* sita est in elidenda in vi opposita quantitate vis sibi oppositæ.

I. Quum actio vis mortuæ perseveranter ab obstaculo, aut ab opposita resistentia elidatur; omnium suorum nisuum perseveranter destructorum effectus est semper idem, nihil auctus, aut imminutus.

II. Non ita res sese habet in actione vis vivæ. Quum vis hæc obstaculum oppositum vincat, & hoc depulso adhuc vis viva & agens perseveret, pergit ipsa agere in corpora, quæ secum trahit; & suorum nisuum effectus in hæc corpora semper augetur in ratione magnitudinis, & durationis omnium suorum nisuum collective sumptorum.

Exempli causa, in pondere decem librarum in bilance contra æquale, aut majus pondus colluctante quatuor minutis secundis; postremus nisus nihil primo magis, aut minus efficit; nisus hic semper elisus semper ut decem perseverat. At in corpore decem librarum, quod in bilance pondus oppositum elevat quatuor minutis secundis, post primum nisum, qui obstaculum removere, & attollere cœpit, corpus vincens vim suam adhuc servat, & eam toto illo tempore exercere pergit, quo corpus oppositum suæ actioni subest. Si actio hæc nisum exercuit, & effectum peperit ut 10 primo temporis minuto secundo, novum nisum, novumque effectum ut 10 pariet quovis sequenti temporis secundo, & corpori motum perpetuo crescentem imprimet. Hinc sequitur, nisum ut 10 in vi mortua, quæ nequit effectum suæ actionis semper elisum repetere, & accumulare, semper 10 æqualem esse; vis vero vivæ effectum ut 10 bis repetitum esse æqualem 20: quater repetitum esse æqualem 40; decies, æqualem 100.

Nos

Nos hic actionem ipſam tantum vis vivæ attendimus, quæcumque ſit ejus directio, intenſitas, effectus quantitas; ſive ab alto deorſum agat, ſive ex imo ſurſum, ſive parallela horizonzi, ſive obliqua directione agat, ejus niſus in obſtaculum iterantur quandiu hoc ejus actioni ſubeſt; horum vero niſuum ceſſantium effectus eſt eorum intenſitati, & durationi proportionalis.

280. NOTA II. Ad initium uſque ſæculi proxime ſuperioris, imo & ultra, omnes omnino phyſici vires vivas, & mortuas ex facto maſſæ in velocitatem æſtimabant. Sublime ingenium ad magna innovanda natum, celebris Leibnitius *peculiarem diſtinctionem* inter duas has vires ſtatuere voluit: edixit ipſe, ac propugnavit, in viribus mortuis quantitatem motus eſſe factum maſſæ in ſimplicem velocitatem; at in viribus vivis quantitatem motus eſſe factum maſſæ in quadratum velocitatis. Exempli gratia, ſit globus bellicus unius pondo motus velocitate ut 100, ſeu qua uno temporis ſecundo centum hexapedas percurrit, juxta Leibnitium.

I. Si globus hic murum offendit, quem diruere nequeat, ejus vis motrix eſt *vis mortua* æqualis facto ſuæ maſſæ 1 in ſuam velocitatem 100. Vis F = 100.

II. Si globus hic in murum impingit, quem facile diruere poſſit, ejus vis motrix eſt *vis viva* æqualis facto ſuæ maſſæ 1 in quadratum ſuæ velocitatis 100, quod quadratum eſt 10000. F = 10000. Hujus ejuſdem globi vis itaque ſemper eadem pollentis velocitate per Leibnitium centies major eſt in ſecundo caſu, quam in primo.

Etſi ſingularis videatur hæc opinio, philoſophos tamen in duas diverſas ſententias abire fecit, & virium vivarum, ac mortuarum diſtinctio a plæriſque Anglis, & Gallis philoſophis impugnata, qui pro veteri ſententia ſteterunt,

ma-

magno animi ardore a Germanis, & Belgis philoſophis admittitur, & propugnatur, inter quos Muſchembroechius, Graveſandius, Volfius, qui Leibnitii veſtigiis inſtiterunt.

PROPOSITIO I.

281. *Nulla vera diſtinctio inter vires vivas, & mortuas eſt admittenda; & quaſtio, qua hac in re philoſophos in duas partes diviſit, tantum de voce quaſtio eſt. In re ipſa omnes conſentiunt.*

DEMONSTRATIO. Ut hanc propoſitionem demonſtremus, oſtendere pergimus, opinionem Leibnitii paradoxum eſſe rationi repugnans: & experimenta neutiquam impugnata, quibus hoc paradoxum innititur, nihil pro illo probare.

I. *Opinio Leibnitii videtur rationi repugnare.* Nemo negat, vires mortuas ex producto maſſæ in velocitatem eſſe æſtimandas. Atqui vires mortuæ natura intrinſece non immutata, nulla re præterea acquiſita *vires viva* fierent, ſi obſtaculum, quo cohibentur, cederet. Si ergo, cedente obſtaculo, vires mortuæ vivæ fierent, æſtimari deberent, ut quum mortuæ eſſent, ex producto maſſæ in ſimplicem velocitatem; earum natura ſiquidem ſemper intrinſece, & re ipſa eadem eſt, ſive obſtaculum reſiſtat, ſive vincatur. Cuinam perſuadeas, globum bellicum, de quo ſupra (280), eadem ſemper maſſa, & velocitate donatum, in ſe, & intrinſece modo vim habere ut 100, modo ut 10000, & hoc tantum ex extrinſeco caſu obſtaculi, in quod incurrit? nonne ſingulare paradoxum hoc eſt? Etſi rigida demonſtratione fulciretur, adhuc vel ipſas phyſico-mathematicas demonſtrationes dubias, & ſuſpectas efficeret.

II. *Opinio Leibnitii experientia non comprobatur.* Omnes conſentiunt in virium vivarum effectu æſtimando, ſive Leibnitii ſententia admit-

mittatur, sive impugnetur, utrinque consentitur, effectum a duobus mobilibus obstaculum superantibus productum esse, jam extinctis viribus, æqualem producto massarum per respectivarum velocitatum quadrata; exempli causa, si duo globi bellici massa æquales, quorum vero velocitates sint ut 2 ad 1, in obstaculum æquale incurrant eorum vi motrici cedens, effectum primi quadruplum fore effectus alterius, postquam vires extinctæ fuerint; si duæ æquales pilæ, quarum unius velocitas sit tripla alterius, supra planum horizontale discurrant, a quo uniformem affrictum patiantur, spatia percursa, viribus absumptis, fore ut 9 ad 1; si hæ eædem pilæ quo momento temporis moveri pergunt in duas in plano horizontali pilas incurrant massa æquales, & elasticas, ut & ipsæ incurrentes sunt; pilas percussas quum omnem motum ab ictu impressum amiserint, inventum iri percurrisse spatia, quæ erunt inter se ut 9 ad 1; atque ita de reliquis. Nemo physicus effectus hos experientia comprobatos negat. At certissimi hi effectus sententiam ne Leibnitianam comprobant? non ita sane. Illorum enim ratio reddi potest vires vivas, ut & mortuas, ex facto massæ in simplicem velocitatem æstimando. En tibi horum in sententia Leibnitianæ opposita explicationem. (*fig.* 17.)

Sint pilæ duæ A, & B massa æquales, & in plano horizontali decurrentes velocitatibus, quæ sint ut 2 ad 1. Motum, aut vim motricem harum duarum pilarum æstimemus earum massam in simplicem velocitatem ducendo: vis motrix pilæ A dupla erit vis motricis pilæ B. Quum pilæ hæ duæ eandem resistentiam a plano, supra quod rotantur, patiantur, patet, motum pilæ A, qui *intensitate duplus* est, *duplum* fore & *duratione*. Toto tempore, quo pilæ moventur, pila A semper duplum spatium percurrit percursi a pila B; quum vero pila B

quie-

quiescit, pila A adhuc motum servat, qui omnino non extinguetur, nisi postquam spatium præcedenti æquale hæc pila percurrerit. Ergo pila A ex motu suo in se duplo motus pilæ B non quiescet, nisi spatium percurrerit quadruplum spatii percursi a pila B. Si pila A sextuplam velocitatem haberet velocitatis pilæ B, quantitatem motus habuisset sextuplam *intensitate*, quæ & sextupla fuisset *duratione*; & extinctis jam viribus, pila A quantitate motus tantum sextupla in se, & natura sua, spatium percurrisset tricies, & sexies longius.

Si supponamus, pilas æquales, & elasticas A, & B motas velocitatibus ut 2, & 1 incurre in pilas duas elasticas massa æquales in plano horizontali positas; concipitur, quo tempore inter quatuor has pilas compressio fit, pilam A, quæ duplam velocitatem habet duos nisus exerturam in pilam, in quam impingit eodem ipso instante, quo pila B duplo minorem velocitatem habens unicum nisum exerit in pilam, in quam impingit. Compressio a pila A effecta diutius perdurare non debet, quam compressio effecta a pila B; reactio enim actioni æqualis est, ut alibi explicabimus (327); si pila A duplicem motum habet motus pilæ B, duplicem in compressione resistentiam patitur; ergo ejus motus eo ipso instante, quo motus pilæ B, perire debet. Supposita igitur compressione utrinque terminata æquali infinite parvorum instantium summa, & duabus incurrentibus pilis omni jam motu destitutis, pila percussa a pila A per planum horizontale fugere debet ea motus summa, quæ motui summæ comparata motus pilæ a pila B percussæ duplex erit quantitate, & duplex duratione, adeoque quadruplex in totali effectu suo quum ambæ pilæ ad quietem pervenerint. Si pila A decuplam velocitatem haberet velocitatis pilæ B in instanti ictus, decem veluti impulsiones exereret in pilam, in quam in-

incurrit, eo ipso dato tempore, quo pila B velocitate decies minore unicam impulsionem exerit in pilam, in quam incurrit: pila igitur a pila A percussa, & compressa per planum feretur motu, qui motui comparatus pilæ a pila B percussæ centuplus erit in totali effectu suo; seu in spatio percurso, viribus omnibus exhaustis.

Ex his sequitur, eodem calculo vires vivas, & mortuas pensandas esse; *vires vivas* massam ducendo in *actualem velocitatem*, quæ obstaculum superat, & libere effectum suum exerit; *vires mortuas* massam ducendo in *velocitatem initialem*, quæ ab obstaculo victa effectum suum exerere frustra nititur. Nulla ergo vera distinctio inter vires vivas, & mortuas est admittenda. Q. E. D.

OBJECTIONES SOLVENDÆ.

282. OBJECTIO I. Per ipsos Leibnitii adversarios in viribus vivis, si massæ sunt æquales, effectus sunt ut quadrata velocitatum; ergo vires, quæ evidenter esse debent ut effectus producti, sunt ipsæ quoque ut quadrata velocitatum, non ut simplices velocitates.

RESPONSIO. I. In viribus mortuis æque ac in vivis, si massæ, & velocitates sint æquales, effectus essent æquales, si vires mortuæ totam suam activitatem, ut vires vivæ, exerere possent; viribus mortuis siquidem, ut vivæ sint, satis est, si obstaculum removeatur; quæ remotio earum naturæ, & activitati omnino extrinsica est, & extranea. Ergo quum utrarumque virium activitas in natura sua eadem sit, eodem calculo æstimari, & perpendi debet.

II. Vires mortuæ, primo earum nisu ab obstaculo eliso, alterum nisum exerere nequeunt, quo obstaculum superent; primus nisus itaque est totius earum actionis expressio, quæ post primum inutilem nisum nihil ultra efficere potest.

test. Contra vero in viribus vivis post primum nisum obstaculum cedens novos ab hac vi nisus exeri sinit, quorum summa id re ipsa efficit, quod vis mortuæ nisus *in potentia* producere contendunt. Quum igitur vires vivæ, & mortuæ eædem natura sint, unicumque inter illas discrimen sit, quod primarum activitas exeri nequeat, postremarum exeri possit, inter illas vera distinctio non est statuenda.

III. Experimenta omnia, & supputationes omnes admittimus, quibus probatur virium vivarum inter se comparatarum effectus esse inter se ut producta massarum in velocitatum quadrata. Quid inde? sequitur tantum, ut jam explicavimus, in duabus viribus motricibus quibuscumque quum quantitas actionis sit productum massæ in simplicem velocitatem, *tum actionis quantitatem*, tum *actionis durationem* esse attendendam.

IV. Si vires vivæ sunt inter se ut effectus, in quibus earum actio exercetur, quare vires mortuæ inter se non sint ut effectus, in quibus earum actio exerceri nititur? Si ergo vires vivæ æstimantur ex massa in quadratum velocitatis ducta; æque vires mortuæ ex massa in quadratum velocitatis ducta essent æstimandæ. Porro hoc Leibnitii sectatores mordicus negant.

V. Virium quantitas, seu activitas ab effectus, quem producunt, aut producere nituntur æqualibus temporibus magnitudine æstimanda est, non vero ab effectus magnitudine, quem inæqualibus temporibus producunt. Vires duæ vivæ A, & B massa æquales, velocitate vero altera alterius dupla dato tempore duos effectus producunt, qui inter se sunt ut velocitates, non vero ut quadrata velocitatum.

283. OBJECTIO II. Quare nam vires duæ motrices æstimentur ex effectu, quem temporibus æqualibus producunt, puta primo impulsio-

nis instanti; potius quam ex effectu totali toti actionis durationi respondente?

RESPONSIO. Ratio est, quia vires motrices potissimum æstimantur ex resistentia obstaculorum vincenda. Hæc vero postulat, ut primus nisus præcipue attendatur, qui si ab obstaculi resistentia elidatur, nullos efficit nisus omnes, qui successissent, si obstaculum victum fuisset.

Massa centum pondo exacte sufficiat, ut immota resistat impulsioni corporis A in illam incurrentis duobus gradibus velocitatis: massa ducentum pondo exacte sufficiet, ut immota resistat impulsui corporis ejusdem A in illam incurrentis quatuor gradibus velocitatis.

Facile intelligitur, omnesque consentiunt, vires has duas mortuas $A \times 2$, $A \times 4$ esse inter se ut 1 ad 2. Si tamen in duobus hisce casibus obstaculum data quadam quantitate minueretur, quod duabus viribus motricibus omnino extraneum est, obstaculo primi ictus impulsui cedente, effectus totalis harum duarum virium exhaustarum esset ut 1 in primo casu, ut 4 in secundo: in primo enim casu vis ut 1 esset $=1$ quantitate, $=1$ duratione; $1 \times 1 = 1$; & in secundo casu vis ut 2 esset $=2$ quantitate, $=2$ duratione; $2 \times 2 = 4$.

284. OBJECTIO III. Sint pilæ duæ A, & B motæ in plano horizontali æque resistente; A libræ unius velocitate ut 2; B librarum duarum velocitate ut 1. Juxta Leibnitii adversarios pilæ hæ duæ æqualem habent motus quantitatem; juxta Leibnitianos pila A motus quantitatem habere debet duplam quantitatis pilæ B; quandoquidem 1×4 quadratum $2 = 4$; & 2×1 quadratum $1 = 2$. Ergo quæstio hæc non est de voce tantum.

RESPONSIO. Vires duæ quæ hic comparantur, vivæ sunt; & ambabus partibus consentientibus, exhaustis viribus, pila A percurrerit

rit spatium æquale 4; pila B spatium æquale 2. Quum pila B sit massa dupla, quælibet suarum medietatum æqualis est toti pilæ A: ergo idem est vis motricis effectus in ambabus pilis; hæc enim hinc transfert pilam duarum librarum ad distantiam notam 2; inde pilam unius libræ ad distantiam duplo majorem.

Quum duæ hæ vires motrices *intensitate* æquales sint, *duratione* quoque æquales sunt; sed quæ majorem habet velocitatem spatia duo percurrit, dum altera unum tantum percurrit. Quæ majorem habet velocitatem, & minorem massam, duo spatia percurrendo eam tantum resistentiam patitur, quam illa patitur, quæ minorem habet velocitatem, & majorem massam, unicum spatium percurrendo.

Hinc etiam sequitur, quæstionem hanc de virium æstimatione esse tantum de voce, quum in effectibus omnes consentiant; at hos effectus veram distinctionem inter vires vivas, & mortuas non indicare, ut contendunt Leibnitiani.



ARTICULUS SECUNDUS.

OBSTACULA AD MOTUM.

285. OBSERVATIO. Corpora omnia non æque ad motum sunt disposita: Alia majorem, alia minorem viribus motricibus, & motui, quo feruntur resistentiam obiiciunt, pro diversa eorum figura, politura, densitate, medii resistentia.

I. Eidem plano horizontali insistat globus plumbeus decem pondo, & cubus plumbeus decem pondo, ambo superficiebus æque lævigatis. Facilius erit globum, quam cubum horizontaliter movere; & si utrique eundem motum indas, motus inditus diutius in globo, quam in cubo

aut minori materiæ movendæ quantitate producta. Hæc resistentia semper quantitati materiæ movendæ proportionalis a physicis *vis inertiæ* nuncupata fuit, quam apte distinguere necesse est ab ea, quam alibi *inertiam* materiæ nuncupavimus (72).

I. *Inertia materiæ* dicitur ejus naturalis ineptitudo ad motum aut actionem sibi tribuendam; hæc in materia proprietas est tantum negativa (75).

II. *Vis inertiæ* in materia dicitur resistentia, seu positivum obstaculum, quod materia motui opponit, si quiescens sit; quieti, aut diverso motui, si moveatur, præcise ratione suæ massæ, aut quantitatis. Hæc in materia proprietas est positiva, quæcumque ejus causa, & natura sit.

Cartesius simplici partium quieti hanc motui resistentiam tribuit, quam in corpore removendo experimur. Neutonus hanc motui resistentiam considerat ut naturalem materiæ proprietatem, qua omnis materia quiescens verum & positivum motui obstaculum obiicit semper suæ massæ proportionale; nec quies, quæ est simplex privatio motus, adeoque nihil positivum, quidpiam in hanc positivam motui resistentiam influit. Materia in motu posita eandem positivam resistentiam obiicit & quieti, & motui diverso ab illo, quo fertur.

287. ASSERTIO I. *In omnibus corporibus est vis inertiæ eorum naturæ inhærens, quæ positivam motui resistentiam opponunt* (*fig.* 14.).

DEMONSTRATIO. Sint globi duo non elastici A, & B, volumine æquales, ex eadem materia conflati, quæcumque ea sit, in aere, aut in vacuo longissimis filis perpendicularibus suspensi. A perpendiculo removeatur globus A, & per arcum graduum sex demittatur. Si globus hic A per huncarcum descendens in globum B ab ejus semita remotum non incurrat, fer-

me per gradus ſex ultra perpendicularem procedet ; at ſi idem globus A in globum B incurrit ſibi maſſa æqualem, non niſi cum globo B, quem ante ſe propellit, ad tres gradus procedit, Hinc ſic procedo:

Globus quieſcens reſiſtentiam opponit globo incurrenti: ceterum globus A poſtquam in globum B quieſcentem incurrit, per ſex gradus ultra perpendicularem procederet, ut procedit, quum nullum obſtaculum offendit. Quare enim globus in motu poſitus globum quieſcentem offendens dimidium ſui motus amitteret, ſi globus quieſcens nullam illi reſiſtentiam opponeret ? Ergo in globo B, & judicio analogico, in quovis corpore vera eſt, & poſitiva motui reſiſtentia ejus naturæ inhærens, & a nullo obſtaculo procedens ejus naturæ extraneo. Hæc reſiſtentia motui, quæ & in vacuo, & extra vacuum innoteſcit illa eſt, quam nos dicimus vim inertiæ. Ergo corporibus ineſt vis inertiæ eorum naturæ inhærens. Q. E. D.

288. ASSERTIO II. *Vis hæc inertiæ eſt maſſa, ſeu quantitati materiæ reſiſtentis proportionalis*.

DEMONSTRATIO. Quum vis inertiæ materiæ inhæreat, patet ipſam cuivis materiæ elemento ineſſe, & reſiſtentiam ab ipſa oppoſitam proportionalem eſſe debere ſummæ elementorum, quibus ineſt; adeoque eſſe ipſam debere ut maſſas loco movendas: duplam ſcilicet in maſſa dupla, quadruplam in quadrupla ; atque ita porro. Q. E. D.

289. ASSERTIO III. *Vis hæc inertiæ a corporum gravitate non pendet, ſeu gravitatem ut cauſam non agnoſcit*.

DEMONSTRATIO. Si corpus quodvis ſolidum ſua gravitate libere deſcendens dum labitur veloci mallei ictu percutiatur ; ex hoc corpore reſiſtentia habetur, quæ ab ejus gravitate proficiſci nequit; gravitas enim non modo mal-

lei

sei impulsui non opponitur, imo quantum ipsa potest a malleo corpus hoc subtrahit. Ergo, & hoc, & quodvis corpus habet vim inertiæ, seu resistentiam ad motum, cujus causa non est gravitas, aut ejus pondus. Q. E. D.

290. ASSERTIO IV. *Vis hac inertia, seu resistentia motui a partium quiete distincta est, nec ab illa pendet.*

DEMONSTRATIO. I. Si vis hæc inertiæ, seu resistentia motui esset tantum partium corporis quies, ut Cartesius censuit; deberet corpus quantumvis magnum, & massa immensum a minimo ictu, & a levissimo impulsu loco moveri. Minimus enim ictus, & levissimus impulsus verus motus est; atqui motus quivis quieti est oppositus; & quies esse nequit ubi motus est & agit. Ergo si vis inertiæ est tantum corporis quies, corpus quacumque massa donatum a vel minimo ictu, & impulsu moveri deberet; quod est contra experientiam, qua docemur, mobilia esse, quæ vel violento motu non dimoventur, & quorum resistentia motum, quo impelluntur, extinguit (310). Ergo corporibus inest vis inertiæ a simplici quiete partium distincta, ac diversa.

II. In præcedentis assertionis demonstratione observavimus, vim hanc inertiæ existere, & in motu positis innotescere, ut in quiescentibus; perperam igitur vis hæc inertiæ cum partium quiete confunderetur. Q. E. D.

291. ASSERTIO V. *Vis hac inertia a generali impulsionis lege descendit.*

EXPLICATIO. Deus, qui generalem impulsionis legem statuit, decrevit, corpora dati ictus occasione datum motum concipere, datam motui resistentiam opponere; atque hanc resistentiam, seu vim inertiæ corporum removendorum massæ fore proportionalem.

Vis hæc inertiæ materiæ qualitas occulta non est, ut neque ipse materiæ motus. Resistentia

corporum, ut eorum motus, eſt divinæ actionis effectus, quæ omnibus juxta certas, & immotas a Deo ſtatutas leges aut quietem, aut motum impertitur.

OBJECTIONES DILUENDÆ.

292. OBJECTIO. Aer, & alia fluida corpus quieſcens ambientia impediunt, ne libere cedat impulſui corporis impellentis; ergo reſiſtentia a corpore quieſcente corpori in motu poſito objecta reſiſtentiæ medii tribuenda eſt, non a fictitia vi inertiæ repetenda.

RESPONSIO. I. Si ſolidis corporibus quieſcentibus vim inertiæ demas, ut illam aeri, & aliis ambientibus fluidis tribuas, jam una manu illam deſtruis, ut altera ſtatuas.

II. Aer, & alia fluida corpus quieſcens ambientia poſſunt quidem reſiſtentiam aliquam facere corporis motui, & remotioni; hæc fluida ſiquidem, ut cetera corpora omnia reſiſtentiam, ſeu vin inertiæ habent eorum maſſæ proportionalem, & quæ eorum motui opponitur.

Aſt evidens eſt, corpora quieſcentia corporibus illa urgentibus reſiſtentiam opponere nec ab aere, nec ab aliis ambientibus fluidis procedentem. Præter quam quod enim reſiſtentia corporum quieſcentium æque ferme in vacuo obſiſtit, ac extra vacuum; hujus reſiſtentiæ quantitas eſſet ſuperficiebus proportionalis; & globus chartaceus ſandaracha illitus diametro unius pollicis æque reſiſteret, ac globus plumbeus, aut aureus ejuſdem diametri; quod omnino falſum eſt.

293. OBJECTIO II. Vis inertiæ eſt ſemper ponderi corporum proportionalis, ſeu materiæ gravitantis quantitati; hoc indicare videtur, vim hanc inertiæ idem eſſe cum gravitate. Ipſum experimentum, quo vis hæc inertiæ ſtatuitur (287), tantum probat gravitatem ineſſe globo quie-

quiescenti, qui nequit a perpendiculari recedere, nisi contra suæ gravitatis directionem moveatur.

RESPONSIO. Gravitas corporum est semper eorum massæ proportionalis: vis quoque inertiæ est corporum massæ proportionalis; at massarum proportio non probat naturæ identitatem. Gravitas unica agit directione centrali: vis inertiæ omni directione, & quaquaversum agit. Prima igitur ab altera distinguitur; & hæc ab illa non pendet. Ad ea vero, quæ objiciuntur experimento, cui prima assertio innititur, sive existentia vis inertiæ in corporibus: (*fig.* 14.).

I. Quum globi illi longissimis filis perpendicularibus sibi proximis suspensi sint, ut ingeniosi hujus exprimenti auctor supponit; globus percussus minimum arcum percurrens minimum quid ab horizontali linea recedit, minimam ergo resistentiam tantum globo percutienti opponere deberet.

III. Si globus in plano horizontali in alium globum incurrit, cujus puncta omnia æque a terræ centro distant, globus percussus eandem ad sensum resistentiam facit, quam in modo allato experimento. Atqui globi percussi resistentia gravitationi tribui nequit; neque enim globus hic a terræ centro aut recedit, aut recedere nititur. Quare ergo resistentia globi quiescentis in impugnato experimento gravitationi tribuatur?

III. Vidimus jam, corpus libere cadens directione gravitatis, & in hac ipsa directione percussum sive in vacuo, sive extra vacuum corpori percutienti resistentiam opponere, quæ certe ab ejus gravitatione oriri nequit (289): inest ergo corporibus resistentia ad motum, quæ a gravitate non est, nec a partium quiete, nec ab ambientibus fluidis. Porro hanc resistentiam nos cum Neutono vim inertiæ vocamus: inest ergo corporibus sive quiescentibus, sive in mo-

tu positis vis inertiæ eorum naturæ inhærens, & ab omnibus aliis eorum proprietatibus diversa.

294. OBJECTIO III. Si corpora vim inertiæ habent eorum massis proportionalem, qui fiet, ut parvum corpus loco moveat corpus aliud massa vicies, aut tricies majus; quum vis inertiæ in majori corpore vim impulsionis in minori excedat?

RESPONSIO. Vis inertiæ est vis simplex, semper sibi æqualis, augmenti, & decrementi incapax donec massa eadem perseverat. Contra vis impulsionis est vis composita ex massa, & velocitate progenita: exigua igitur massa in velocitatem ducta, quæ infinitum augeri potest, productum efficere potest, seu vis motricis quantitatem aptam excedere resistentiam, seu vim inertiæ, quam massa opponit massa percutiente multo major.



PARAGRAPHUS II.

RESISTENTIA MEDIORUM.

295. OBSERVATIO. Corporis motui duo opponuntur generica obstacula, ne progrediatur, aut in motu perseveret, quum in alia corpora incurrit.

Primum obstaculum est *partium cohæsio*; hujusmodi obstaculum est, quod motum sistit cunei, quem gravis clavæ ictus trunco infigere nititur. Hoc obstaculum modo majus, modo minus in omnibus duris, ac solidis corporibus, & in quibusdam liquidis apparet; at in fluidis insensile est, & ferme nullum, ut in aere, igne, luce.

Alterum obstaculum est *vis inertiæ* corporum, seu resistentia, quam opponunt solida, liquida

flui-

fluida, ne removeantur: hujusmodi obstaculum est, quod offendit globus in aqua, aut in mercurio, quorum corporum elementa ad sensum non cohærent, aut saltem ita cohærent, ut tantam, tamque citam motus imminutionem in hoc globo ex cohæsione efficere nequeant.

296. DEFINITIO. *Resistentia medii* dicitur obstaculum, quod corporibus in motu positis opponunt fluida, per quæ hæc corpora moventur.

I. Tellus, planetæ, cometæ dum circa solem moventur, nullam sensibilem resistentiam patiuntur: in vacuo enim moventur, ut alibi ostendemus (1399).

II. Quæ corpora prope tellurem moventur aliquam necessario resistentiam experiuntur; necessario enim aut in aqua moventur, aut in aere, aut in aliis fluidis, quæ massam habent, adeoque vim inertiæ, seu resistentiam motui.

III. Hæc mediorum resistentia necessario procedit aut ab eorum vi inertiæ omnibus corporibus insita; aut a mutua suarum partium adhæsione, si fluida hæc partibus constent viscidis, & cohærentibus, quas removere, quam sejungere facilius sit.

297. NOTA I. Resistentia *cohæsionis*, seu *viscidítatis* in oleis ferme omnibus aliquanto sentitur; in aqua fere insensilis est; in aere omnino non percipitur, & in hoc, ut & in luce, & materia subtili nulla censeri debet. In postremis hisce fluidis vis inertiæ sensibilem in corporibus, quæ per illa moventur, resistentiam parere potest.

298. NOTA II. Resistentia cohæsionis minima in aqua nulla reputanda est in magnis motibus, qui magna velocitate in hoc fluido fiunt; tunc enim vis hujus actio vi oppositæ comparata ad sensum nulla est. At quum motus hi veluti infinite parvi effecti sunt, cohæsio, quæ semper constans est, uniformis, tem-

pori proportionalis (*), ſenſibilem effectum parere poteſt ſua reſiſtentia minimum motum reliquum in mobile deſtruens. Quare ſolidum aqua levius motu horizontali in placido ſtagno motum tandem perfecte quieſcit ex minima partium aquearum cohæſione, quæ tandem minimum motum reliquum deſtruit, qui natura ſua ſubſiſteret proportionalibus gradibus in infinitum decreſcens.

In theoria, quam inituri ſumus, omnino ab hac reſiſtentia cohæſionis præſcindemus, quam ut nullam conſideramus in mediis, in quibus magni naturæ motus fiunt; & reſiſtentiam inertiæ tantum attendemus, quæ in omnibus mediis, & in omnibus corporibus invenitur.

299. ASSERTIO I. *Si idem corpus eadem velocitate in diverſis mediis moveri incipit; reſiſtentia mediorum eſt eorum denſitatibus proportionalis.*

DEMONSTRATIO. Quo denſius eſt fluidum, eo plures partes reſiſtentes ſolido obiicit illud permeanti, quodque illud penetrare nequit, niſi volumen fluidi ſuo volumini æquale removeat. Quo minus denſum eſt fluidum, eo pauciores partes reſiſtentes ſolido obiicit, a quo pervaditur, & a quo ſemper volumen fluidi ſuo volumini æquale tantum removetur. Exempli gratia, medium triplo denſius triplo majorem partium removendarum numerum obiicit: triplo igitur majorem reſiſtentiam evidenter facere debet; atque ita de ceteris. Ergo reſiſtentia, quam corpus moveri incipiens eadem velocitate in diverſis mediis experitur, eſt mediorum denſitati proportionalis. Q. E. D.

300. ASSERTIO II. *Si duo corpora ſimilia ma-*

(*) *Ejus ſcilicet reſiſtentia erit tempori proportionalis*. Interpres.

magnitudine inaequalia eadem velocitate in eodem medio moveri incipiant; medii resistentia erit superficiebus corporum permeantium proportionalis.

DEMONSTRATIO. Quo majorem, solidam, & impenetrabilem superficiem corpus habet, (de qua tantum hic quaestio), eo majorem fluidi quantitatem propellit, ac removet; fluidi enim volumen removet suo volumini aequale. Quo major est fluidi propulsi copia, eo plures corpus permeans offendit partes resistentes; quaelibet enim fluidi pars propriam habet resistentiam. Ergo quo majori superficie corpus donatum est, eo majorem a fluido, in quo movetur, resistentiam experitur; & vice versa, quo minorem superficiem corpus habet, eo minorem ab hoc fluido resistentiam patitur. Ergo si duo corpora in eodem medio moveri incipiant eadem velocitate, resistentia medii erit eorum superficiebus proportionalis. Q. E. D.

301. NOTA. Globi duo, ligneus alter, & alter plumbeus ejusdem diametri eadem velocitate in aere moti eandem subeunt resistentiam. At plumbeus hanc facilius vincit; quum enim aequalem ligneo velocitatem habeat, at majorem massam, majorem vim motricem habet, quam columnae aereae resistenti opponat. Ponamus, motus quantitates in hisce globis esse ut 20 est ad 100. quum aeris resistentia decem motus gradus in hisce globis absumpserit, globus ligneus dimidium motum jam amiserit, at plumbeus decima tantum parte minutus erit. Motus postremi globi intensitate major duratione quoque major erit.

302. ASSERTIO III. *Si idem corpus in eodem medio, puta in aere, diversis velocitatibus moveri incipit; resistentia medii erit quadrato velocitatis corporis permeantis proportionalis.*

DEMONSTRATIO. Moveatur globus velocitate, qua uno minuto secundo hexapedam percur-

currat in fluido quovis, puta in aere; tempore hoc columnam fluidi removebit hexapedam longam; & omnibus moleculis fluidi propulsi velocitatem indet suæ æqualem.

Moveatur deinde hic idem globus in eodem fluido velocitate, qua hexapedas duas uno minuto secundo percurrat. Tempore hoc fluidi columnam removebit duas hexapedas longam, & omnibus fluidi propulsi partibus velocitatem inprimet suæ æqualem, scilicet prioris duplam.

In priori casu fluidum a mobile propulsum est ut 1, cui velocitatem imprimit ut 1. Mobile hoc, quod tantum motum amittit, quantum communicat, nec nisi tantum motum communicat, quantam resistentiam invenit, quantitatem motus amittit, cujus massa est 1, velocitas 1; productum $1 \times 1 = 1$.

In altero casu mobile removet quantitatem fluidi ut 2, cui velocitatem indit ut 2: mobile hoc igitur quantitatem motus amittit, cujus massa est 2, velocitas 2, productum $2 \times 2 = 4$. Motus a mobile amissus, ac proinde resistentia a fluido opposita est igitur in duobus hisce casibus ut 1 ad 4; nempe ut quadratum primæ velocitatis, est ad quadratum alterius.

Theoria, quam duobus hisce velocitatum inæqualium exemplis adhibuimus, universalis est, quam omnibus inæqualium velocitatum exemplis pronum est adhibere. Exempli causa; si ejusdem mobilis velocitates in eodem medio essent ut 1 ad 10, resistentiæ fluidi huic mobili essent ut quadrata velocitatum, seu ut 1 ad 100: nam in secundo casu mobile velocitate ut 10 dato tempore fluidi columnam propelleret decies majorem, & cuivis hujus columnæ decies majoris particulæ motum decies majorem communicaret. Atqui mobile nequit decies majorem motum omnibus particulis columnæ decies majoris communicare, quin illi motus quantitatem majorem imprimat; nec mobile corpori motum

cen-

centies majorem communicare poteſt, quin motum hunc, quem communicat, amittat; neque hunc amittere poteſt, quin reſiſtentiam centies majorem experiatur, a qua illi motus hic adimatur juxta leges communicationis motus.

Ex his omnibus ſequitur, ejuſdem medii reſiſtentiam eidem mobili, quod in illo diverſis velocitatibus moveatur, eſſe ſemper quadrato velocitatis hujus mobilis proportionalem. Q. E. D.

COROLLARIA.

303. COROLLARIUM I. *Reſiſtentia reſpectiva, quam duo globi in eodem fluido moti experiuntur, eſt factum ex eorum ſuperficiebus in reſpectivarum velocitatum quadrata.* Hoc a duobus poſtremis aſſertionibus evidenter conſequitur.

304. COROLLARIUM II. *Reſiſtentia reſpectiva, quam duo globi in duobus fluidis inaequaliter denſis moti experiuntur, eſt reſpective ut factum ex eorum ſuperficiebus in velocitatum quadrata ductum in denſitatem fluidorum, in quibus uterque globus movetur.* Hoc a tribus demonſtratis aſſertionibus evidenter conſequitur.

305. COROLLARIUM III. *Corpus in fluido eodem motum velocitate initiali, quam nihil ſit, quod accelerare nitatur, reſiſtentiam patitur, qua perpetuo minuitur in duplicata ratione velocitatum poſt datum quodvis tempus remanentium.* Hoc quoque ex tertia aſſertione conſequitur. Ad finem cujuſvis dati temporis velocitas mobilis imminuta fuit ex reſiſtentia, quam mobile ad illud uſque tempus paſſum eſt; atqui quum reſiſtentia ſit ſemper actualis velocitatis quadrato proportionalis; patet, hanc reſiſtentiam ſemper eſſe ut quadratum velocitatis ad finem cujuſque dati temporis remanentis, quo tempore ipſa imminuta fuit.

Experientia, & theoria concordes docuerunt, reſi-

resistentiam a fluido motui corporis oppositam illud permeantis velocitate semper decrescente esse tantum dimidium resistentiæ, quam hoc mobile passum esset, si semper velocitate sua initiali motum fuisset; adeoque mobile hoc ad finem dati temporis dimidium tantum motus amisisse, quem hoc eodem tempore, primitiva sua velocitate non imminuta, amisisset.

ARTICULUS TERTIUS.

LEGES GENERALES MOTUS.

306. DEFINITIO. L*Eges generales motus* dicuntur modi illi constantes, & uniformes, quibus in quovis corpore motus fit, conservatur, aut extinguitur. Deus harum legum auctor est, cujus efficax voluntas est unica primitiva, & efficax causa motus naturam animantis, & dirigentis (76). Harum legum cognitio observatione magis aquiritur, quam ratiocinio; a Deo enim emanant, qui quas libuit naturæ leges dare potuit.

LEX PRIMA.

307. *Corpus, quod moveri cœpit, eandem directionem, & velocitatem servat, donec causa aliqua extrinseca ejus velocitatem, aut directionem non immutet.*

DEMONSTRATIO I. Corpus omne inertiam habet, passivam ad motum, & quietem, ad hunc, aut ad alium motum indifferentiam (75); ergo corpus intima virtute ab hoc ad alium statum transire nequit; ergo a quiete ad motum, a motu ad quietem, ab hoc ad alium motum transire nequit, nisi causæ sibi extrinsecæ actione. Ergo si corpus ex aliqua causa data velocita-

citate, & directione moveri cœpit, velocitatem hanc, & directionem tamdiu servabit, quamdiu alia causa, aut alia ejusdem causæ actio ejus velocitatem, aut directionem, aut utramque non immutet. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. Theoria hæc metaphysica omnino experientiæ consona est. Quoties enim corpus motum videmus aliquam aut in directione, aut in velocitate mutationem subire, hanc ab aliqua causa fieri videmus. Hinc pronum est inferre, corpus motum velocitatem, & directionem suam servaturum fuisse, nisi nova causa, aut nova primæ causæ actio in suo motu mutationem fecisset aut illum augendo, aut minuendo, aut inflectendo. Q. E. D.

LEX SECUNDA.

308. *Corpus motum de se in directum moveri affectat.*

DEMONSTRATIO. I. Corpus moveri nequit, quin a puncto, quod occupat, ad immediate subsequens transeat; atqui duo hæc spatii puncta contigua necessario infinite parvam lineam rectam efficiunt; ergo corpus nequit incipere moveri, quin infinite minimam rectam describat. At ex prima lege jam demonstrata corpus nullam in primitivo suo motu mutationem subire potest, nisi ab extrinseca causa hæc mutatio fiat; ergo si causa desit mutationem efficiens, corpus motum moveri perget ut cœpit; atqui corpus per rectam moveri cœpit; ergo per rectam perget. Ergo corpus ex inertia sua eductum, & in motu positum de se in directum moveri affectat. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. Hic quoque theoriæ experientia consentit. Nullum enim corpus in curva moveri videmus, quin causa adsit quovis instanti sui motus directionem inflectens; & quin hoc corpus in hanc causam illud a recta de-

deflectentem colluctetur. Ergo experientia docet, corpus de se lineam rectam dum movetur affectare. Q. E. D.

309. NOTA. Hæc altera lex motus aliquam explicationem admittit, a qua magis magisque perspicua fiet.

I. Saxum funda rotatum in manum retinentem assidue colluctatur; quum vero fundæ habena laxatur effugit per tangentem circuli, quem describebat; ergo hoc saxum, ut aliud corpus quodvis, natura sua in directum moveri nititur, & quantum potest actioni ejus motum inflectenti obsistit.

II. Motus corporis per lineam curvam minus status est, quam perpetua status mutatio; quovis enim instanti corpus hoc tendentiam sumere cogitur a sua naturali diversam.

III. Quum rota velociter in axe vertitur, omnes ejus partes natura effugere tendunt a circulo, quem describunt, per innumeras lineas rectas, & nisi a naturali adhæsione detinerentur, omnes per tangentes puncti, in quo sunt, abirent, ut abeunt aquæ guttæ huic rotæ inspersæ.

IV. Si vasculum funiculo alligatur, illudque aqua repletum in gyrum agatur, ut saxum in funda, aqua e vase non effluet; omnes enim aquæ guttæ vi centrifuga actæ, qua rotantur, nituntur a centro motus recedere, & vasis cavitati adhærere majori vi, quam qua ad terræ centrum tendunt. Si vasis fundum pertusum esset successive abirent per tangentem illius cujuscumque circuli, quem describunt, & earum motus per tangentem cœptus non immutaretur, nisi perpetua causæ actione, quæ earum gravitas, aut pondus est.

V. Turbo supra suum axem rotatur; propterea quia amentum, quo adigitur, illi circumvolutum, dum solvitur, omnibus ejus partibus motum imprimit, quo quævis ejus pars per tangen-

gen-

gentem abire nititur; at quum omnes ejus partes adhæreant, & circa axem æquilibratæ ſint, earum motus centrifugus, ſive axifugus undequaque detentus in circularem convertitur, ut ſaxi motus in funda.

LEX TERTIA.

310. *Motus in corpore amittitur aut communicatione, qua in aliud corpus transfertur, aut reſiſtentia, qua prorſus extinguitur.* (*fig.* 14, & 12).

DEMONSTRATIO I. Docet primo experientia, motum communicatione amitti. Ceſſat enim, aut minuitur motus in corpore ea proportione, qua in alio corpore oritur, aut augetur, in quod incurrat. Exempli cauſa: ſi globus A a perpendiculari diſtractus per arcum ſex graduum deſcendat, ad ſex ferme gradus ultra perpendicularem aſcendit, ſi nullum obſtaculum offendat. At ſi incurrat in globum B maſſa æqualem, nec elaſticum, ad tres tantum gradus ultra perpendicularem attollitur. Ergo globus A partem motus amittit, tantam omnino, quantam globo, in quem incurrit, communicat.

Ita quoque ſi A non jam globus, ſed pendulum P ſit virgæ ferreæ ſuſpenſum, & per arcum quinque, aut ſex graduum ad perpendicularem deſcendat; videbis, ſi cæſim illud moveatur, diutius oſcillare antequam quieſcat, in vacuo, quam in aere; aer ſiquidem, quem depellit, illi partem ſui motus adimit: ſi vero penduli oſcillantis extremum ad eandem profunditatem immergatur modo mercurio, modo aquæ, tres oſcillationes in mercurio tantam illi motus partem adimunt, quantam in aqua duæ ſupra quadraginta. Ex quibus ſic procedo.

Quum mercurius ferme quaterdecies ſit aqua denſior, pendulum P in mercurio oſcillans unica vibratione materiæ quantitatem quater decies

cies majorem removet, quam in aqua: quum itaque cuique materiæ parti propulsæ suam velocitatem communicet, quaterdecies majorem motus quantitatem mercurio communicat, quam aquæ; quum enim velocitates sunt æquales, quantitates motus sunt ut massæ; si vero motus eadem ratione, qua communicatur, amittitur; pendulum unica oscillatione in mercurio tantum motum amittere debet, quantum quatuordecim oscillationibus in aqua amitteret: tantum tribus oscillationibus in mercurio, quantum duabus supra quadraginta in aqua. Hoc ipsum omnino experimentum a nobis allatum indicat. Ergo experientia docet, non solum motum communicatione amitti, sed eadem ratione amitti in corpore, qua alteri communicatur. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. Experientia docet, motum resistentia exstingui. Sint enim duo corpora mollia, puta globi duo ex argilla humida massa, & velocitate æqualia, quæ singula filo suspensa, & æque a perpendiculari distracta sibi occurrant in AB. Post ictum uterque globus quiescit: uterque enim alteri æque resistit; ergo motus sola resistentia extinguitur. Idem experimentum, & ratiocinium valet, si ictus, de quo sermo, fieret inter corpora perfecte dura, & nullo modo elastica. Q. E. D.

LEX QUARTA.

311. *Si corpus motum aliquam mutationem patitur in sua velocitate, aut directione, mutatio erit causa producenti proportionalis.*

DEMONSRTATIO. Patet primo, causam nequire effectum producere sua activitate majorem; ergo mutatio in corpore moto causæ producentis activitatem excedere nequit. Constat secundo, causas motrices esse causas necessarias, quæ semper tota sua activitate agunt; ergo a-

cti-

ctivitas causæ semper est effectui proportionalis. Ergo effectus duplus, aut triplus duplam, aut triplam causæ activitatem indicat; ergo dupla, aut tripla activitas causæ semper cum dupla, aut tripla effectus quantitare connexa est. Ergo effectus magnitudo activitatem causæ producentis indicat; & activitas causæ quantitatem indicat effectus producendi. Q. E. D.

312. NOTA. Anima humana sive sit causa efficiens motus, sive tantum occasionalis (*Met.* 553.) non est causa, seu vis motrix proprie dicta: causæ enim, seu vires motrices, de quibus in physica quæstio est, semper sunt actio procedens a massa in velocitatem ducta. Anima humana actu suæ voluntatis libere in spiritibus animalibus, seu in corporis fibris, & musculis majorem, aut minorem motus summam excitat. Horum spirituum animalium, fibrarum, musculorum motus est in homine causa, aut vis motrix proprie dicta: æque in se necessaria, & necessario effectui connexa, quum existit, ac vis motrix machinæ vectibus, & trochleis constans; hoc tantum discrimine, quod vis motrix in machina tum existentia, tum influxu est necessaria; vis vero motrix in homine in influxu suo necessaria, libera animæ voluntate tantum existit. Anima siquidem, quæ libere vires motrices ad agendum excitat, illarum actionem impedire potest, moderare, suspendere ut lubet in liberis corporis motibus.

OBJECTIONES CONFUTANDÆ.

313. OBJECTIO I. Si vera est prima motus lex, & omnia corpora natura sua motum servant, quem semel conceperunt, sequitur:

I. Naturam sibi legem imposuisse, quam nunquam servat: omnia enim corpora observationibus nostris obnoxia perpetuas patiuntur velocitatis, & directionis mutationes.

II.

II. Motum omnem natura esse debere perpetuum; etsi constet, corpora omnia ad quietem tendere, & motum perpetuum in physicis repugnare.

III. Deum unicum motus omnis auctorem si semel corpus movere cœperit, illum perpetuo movere debere eodem modo: quod nulla ratio probat.

RESPONSIO I. Natura absonam legem sibi non imposuit, quum legem admisit, de qua sermo. Ex hac *prima lege* motus omnis perseverare debet, ut cœpit, nisi causa aliqua mutationem efficiat; atqui quotiescumque mutatio aliqua in motu fit, causa aliqua datur hanc mutationem pariens; ergo natura legem sibi, seu potius a Deo impositam perseveranter sequitur.

Corpus directione quavis prope terram motum semper a fluidis, quæ depellere debet, resistentiam patitur. Corpus, quod ascendit, resistentiam a gravitate patitur, quæ perpetuo ejus motum retardat. Corpus descendens a gravitate novas semper impulsiones habet ejus motum accelerantes. Corpus horizontaliter motum in aere perpetuo a gravitate sollicitatur ad terræ centrum accedere; si vero horizontaliter in plano moveatur magis minusque lævigato, a gravitate resistentiam patitur, a qua quum perpetuo plano admoveatur, obstaculum perpetuo objicit motui horizontali, a quo tandem motus ipse omnino extingui potest. Hinc apparet, si corpora ad quietem natura tendere videntur, aut ad motus mutationem; tendentiam hanc non ab eorum natura, sed a plurium causarum omnino ab eorum natura, & a motu diversarum resistentia, & actione procedere.

II. Ex hac prima lege motus omnis idem perpetuo perseverare deberet, nisi ejus perpetuitati causa aliqua opponeretur. At quum nulla motus species nota sit, quæ causas in natura non offendat aptas perpetuo ejus velocitatem, aut

aut directionem mutare; jam ex hac lege motus omnis in natura non constans, ut ejus natura postularet, sed mutationi obnoxius esse debet pro causarum has mutationes efficientium exigentia.

Motus perpetuus naturæ repugnat; ut enim haberetur, deberet aut corpus motum perpetuo moveri nullum obstaculum offendens; aut corpus motum posse producere in elasterio, aut in machina, quam moveret, motum suo majorem, qui perpetuo quidquid ex obstaculis motui suo primitivo oppositis amittit reparare posset. Utraque hypothesis in naturali rerum statu videtur stare non posse; ergo in naturali rerum statu motus perpetuus chimæra est.

Deus Naturæ, & motus auctor infinite sapiens est, adeoque nunquam temere agens: quod semel statuit semper statutum est (*Met.* 431). Quare quum dicimus motum a Deo corpori inditum non immutatum iri, nisi causa sit, quæ mutationem motus exigat, tantum dicimus, Deum esse voluntate & actione immutabilem, semper sibi consonum, & nunquam temere agentem; quod non jam absurdum, sed certissimum est, & maxime philosophicum. Causa hæc, seu ratio mutationis motus in corpore est aut actio suæ gravitatis, aut fluidorum resistentia, aut aliorum corporum incursus; quarum causarum aut simul, aut separatim influxus semper innotescit, quoties in motu corporis mutatio apparet.

314. OBJECTIO II. *Si altera motus lex* vera est, & omne corpus in motu positum lineam rectam affectat, sequitur:

I. Motum in curva elliptica, aut circulari esse naturæ contrarium; est enim contra omnium corporum motorum naturalem exigentiam. Atqui tellus, planetæ, cometæ in curva circa solem moventur; sol ipse in curva movetur in centro planetarii systematis circa centrum,

trum, & axem suum; & valde probabile est, stellas motum habere rotationis circa eorum axem ad sensum immobilem solis motui similem. Ergo præcipua corpora totius orbis motum haberent naturæ contrarium.

II. Corpus in curva motum elliptica, aut circulari nisi per tangentem moveri. Atqui corpus niti nequit, ut per tangentem moveatur. Corpus enim in linea circulari, aut elliptica motum, puta tellus circa solem motum, tendere nequit, ut per tangentem curvæ moveatur, quin nitatur a sui motus centro recedere; atqui tellus niti nequit natura sua a centro sui motus, solis nempe, recedere: ceterum natura niteretur ad centrum solis accedere, & ab eo recedere; quod contradictorium est.

III. Vegetationem plantarum, sanguinis circulationem in animalibus fieri motibus omnino præcipuæ motus legi oppositis: in plantis enim, & animalibus ut plurimum per lineam rectam non fiunt.

RESPONSIO I. Quum in curva quavis, puta in circulo, puncta duo immediate contigua necessario lineam rectam efficiant; evidens est, circulum esse poligonum infinitorum laterum, quæ totidem sunt exiguæ lineæ rectæ. Ergo corpus in linea circulari motum necessario per infinitas rectas movetur, quarum directio perpetuo inflectitur a causa perpetuo hanc inflexionem exigente. Ergo corpus circulariter motum legem generalem, quæ hic impugnatur, quantum in se est perpetuo sequitur.

Perpetua hæc inflexio, sive interruptio motus in corpore, quod in curva movetur, est contra naturalem initialis motus exigentiam, quo corpus quovis instanti moveri incipit; num propterea hæc motus interruptio, aut inflexio erit contra naturam? Non sane: motus enim incœpti natura non postulat, illum absolute non interrumpi, sed tantum sine causa interruptionem exigente non interrumpi. II.

II. Corpus motu elliptico, aut circulari procedens, puta tellus motu circa solem, quovis instanti ex motu, quo cietur, fugere nititur per tangentem; adeoque a centro solis recedere. Sed ex alia causa, ex gravitatione scilicet, terra quovis instanti ad centrum solis accedere nititur. Ex duplici hac causa oritur perpetua inflexio motus telluris circa solem, ut alibi fusius explicabimus. Falsum est itaque, ex eadem causa corpus niti & ad sui motus centrum accedere, & ab illo recedere.

III. In plantarum vegetatione, in sanguinis, & humorum circulatione in animalibus, motus omnis pergere nititur per lineam rectam; & tamen motus ferme omnis fit per lineas curvas, aut angulares; in animalibus enim, & in vegetabilibus motus fit per innumeros tubos, qui ferme perpetuo fluidorum directionem inflectunt eorum conservationi, aut augmento inservientium. Motus horum fluidorum perpetuo inflexi contra naturam non sunt; ut enim adnotavimus, natura motus tantum postulat, ipsum sine causa non immutari; tuborum vero anfractus, per quos fluida in animalibus, & vegetabilibus excurrunt, resistentia sua postulant, ut fluida perpetuo eorum directionem sequantur.

315. OBJECTIO III. Si *tertia lex* motus vera est, & motus ex sola resistentia extinguitur; rerum universitas jamdiu omni motu carere debuisset, & universa natura iners inveniri; omnia enim corpora ubique, & perpetuo resistentias motum extinguentes offendunt.

Ceterum probatio ab experimento desumpta legem hanc præcipue confirmante solida ne est? Nonne cum Cartesio dici posset, motum duorum corporum, sive dura sint, sive mollia, sibi ex opposito occurrentium aeri, & fluidis ambientibus communicari ex intimo partium fremitu, non vero cum Neutono, motum hunc prorsus extingui?

RESPONSIO. Actio naturæ nihil habet, quo ex hac lege expavescat. Experimentum vero, quo lex innititur, omnino convincens est.

I. *Generales* naturæ *motus*, qui veluti constitutioni suæ necessarii sunt, nullam notam resistentiam patiuntur in Neutoniana demonstrata immensi vacui hypothesi (1399).: hi igitur motus ex resistentia extingui nequeunt. Tellus, planetæ, cometæ ex motu projectili, qui exerceri nititur per suæ curvæ tangentem, & ex motu centrali, qui exerceri nititur per ejus curvæ radios, periodicas suas revolutiones complent circa solem, quin aliam resistentiam subeant, præter infinite minimum lucis impulsum, quæ continenter in eorum superficiem incurrens necessario tantum hinc eorum motum auget, quantum inde minuit. Resistentia, quam vis projectilis opponit vi centrali, & quam vis centralis opponit vi projectili, nititur tantum, ut alibi ostendemus, æquilibrium servare, aut restituere inter has duas vires, & ne altera alteri perseveranter prævaleat impedire.

II. *Peculiares* naturæ *motus*, qui mundi constitutioni *accidentales* censeri possunt, innumeris modis reparari possunt quum ex resistentia extinguuntur. Exempli causa, plantarum, & animalium motus, quum individua intereunt, aliorum similium individuorum genesi reparantur. Motus hyeme ex frigore imminutus, veris, & æstatis reditu restituitur. Motus, quem resistentia in regnis animali, vegetabili, fossili extinguere potest, lucis, & ignis actione continenter a sole emissi reparatur. Motus, quem aer amittere potest ex resistentia illi sæpius objecta a sylvis, & montibus, perpetuo ab ejus elasticitate reparatur, quæ illi opposita directione tantundem restituit, quantum motus resistentia adimit.

III. Futili ratione malam causam tueberis dicens, motum qui in duorum corporum durorum,

rum, aut mollium occursu interire videtur, ambientibus fluidis communicari posse. Certis enim, & probatis experimentis constat, si duo corpora mollia eadem directione moveantur ita, ut præcedens duplo, aut quadruplo lentius insequente moveatur; post ictum corpora percussa, & compressa moveri pergere eadem directione, & integra primitiva eorum motus quantitate; ergo primitivus eorum motus, quem post ictum, & compressionem integrum servant, a partium fremitu aeri, & fluidis ambientibus non fuit communicatus. Si ergo motus in corporum ictu se eadem directione moventium fluido ambienti non communicatur, quare huic communicabitur quum oppositis directionibus sibi occurrunt? Si in mollium, aut durorum corporum non elasticorum intimus datur partium fremitus aptus motum fluido ambienti communicare, patet motum fluido communicare debere æque quum corpora eadem, ac quum opposita directione moventur. Si vero fremitus hic intimus non habetur, quomodo hic primitivum motum fluido ambienti communicare poterit? Ratio ergo allata ad infirmandam tertiæ legis probationem inanis est. Ergo demonstratum est, motum re ipsa ex resistentia extingui.

316. OBJECTIO IV. *Lex quarta* motus vires motrices *liberas* cum *necessariis* confundit; quæ tamen essent distinguendæ; si enim quantitas vis motricis necessariæ ex effectu determinatur, non ita res se habet in vi motrice libera, quæ effectum parit modo toti suæ activitati parem, modo ex parte tantum.

RESPONSIO. Quarta lex nihil distinguendum confundit. Proprie loquendo nulla est vis motrix libera, ut jam exposuimus (312): vis enim motrix est tantum massa in velocitatem ducta; libertas vero, quæ tantum ad substantiam intelligentem spectare potest, neque materiæ, nequæ velocitati convenire potest.

ARTICULUS QUARTUS.

COMMUNICATIO MOTUS.

317. OBSERVATIO I. INnumeris, & cuique notis experimentis constat, in mutuo corporum incursu motum communicari, & ab uno in aliud transmitti. Quærendum est qua proportione, quibusque legibus motus communicetur.

I. Quum dicimus, *motum ab uno corpore alteri communicari*, non intelligimus, modificationem motus, quæ inest corpori A in aliud corpus B transire, & hujus modificationem fieri. Modificatio motus corporis A non magis fieri potest communicatio corporis B, quam corpus A fieri possit corpus B; nequeunt enim modificationes existere nisi in subjecto modificato; earum vero natura est, ut necessario sint determinati subjecti modificationes, nec unquam alterius individui modificationes esse possint. (*Met.* 55, 552).

Quid igitur sibi vult *communicatio motus corporis alteri corpori*? Hoc significat, Deum ex duorum corporum incursu motum corporis incurrentis imminuere, aut extinguere; & juxta quasdam leges constantes motum in corpore percusso excitare, aut augere. Motus in corpore percusso excitatus non idem ipse motus est, qui corpori percutienti inerat, & extinctus est, sed motus similis, qui in corpore percusso existere cœpit ea ratione, qua motus in corpore percutiente minuitur, aut extinguitur.

II. *Communicatio motus est successiva*, non instantanea; motus scilicet corporis parti communicatus, & impressus determinato tempore indiget, ut successive partibus ejusdem corporis a pun-

puncto ictus remotis communicetur. Experimentum cuique notum hoc ostendit. (*fig.* 16.)

Poculis duobus vitreis A , & B imponatur horizontaliter baculus satis longus ex sicco, & fragili ligno. Altero baculo hunc valido ictu perpendiculariter in C percute. Baculus A B diffringetur, integris duobus poculis aqua plenis; baculus hic enim illico divisus in C poculis insistere desinit antequam motus in C impressus potuerit in A, & B imprimi. Si illico baculus A B non diffringitur, pocula ipsa cadunt, & diffringuntur; motus siquidem baculo in C impressus potest in A, & B transmitti, & agere.

Eadem ratione janua aperta, & suis postibus insistens facile levi manus impulsui cedit; manus enim motus tempus habet, quo successive omnibus januæ partibus communicetur. Eadem janua vix excutitur ex ictu fistulæ bellicæ in illam perpendiculariter directo, eamque traijciente; globi enim impetus partem resistentem abstulit, qua pertransiit, antequam motus reliquæ januæ communicari potuerit, & partem postibus insistentem concutere. Ex his recens auctor infert paralogismo sane hoc sæculo indigno, exiguam vim majorem effectum producere posse vi in immensum majore.

318. OBSERVATIO II. Diversa corpora, inter quæ motus communicatur, aut mollia sunt, aut dura, aut elastica.

I. *Corpora mollia* dicuntur, quæ facile comprimuntur, & quæ compressa natura sua figuram compressione amissam recuperare non nituntur. Hujusmodi est cera, argilla humida, butirrum, nix.

II. *Corpora dura* vocantur, quæ nullo pacto comprimi possunt. Hujusmodi sunt primigenia materiæ elementa, quorum figuræ immutabiles sunt, (145). Nullum in natura corpus agnoscimus perfecte durum, & compressionis incapax.

III. *Corpora elastica* vocantur, quæ comprimuntur, & quæ compressa ad pristinam figuram redeunt, aut redire nituntur. Hujusmodi est marmor, ebur, chalybs temperatus, salicis ramus. (226, 229, 232).

319. NOTA I. Quum motus communicatio eodem modo fiat, & iisdem legibus in corporibus mollibus, & duris, quæ quoque elasticitate carent; hunc articulum tantum duobus paragraphis partiemur, in quibus de motus communicatione *in corporibus non elasticis*, *&* *in elasticis* agemus.

I. Etsi nullum in natura corpus perfecte molle, perfecte durum, perfecte elasticum noverimus; tamen in legibus de communicatione motus exponendis corpora non elastica considerabimus ut omni omnino elasticitate destituta; elastica vero ut perfecte elastica. Negligemus itaque minimam illam elasticitatem, quam dura, aut mollia corpora habere possint, & a perfecta elasticitate defectum, qui in elasticis corporibus esse possit.

II. In legibus hisce exponendis nec corporum gravitatem, nec mediorum resistentiam, nec collisionum obliquitatem attendemus. Ea igitur considerabimus ac si essent gravitate destituta, in vacuo se moventia, & directione per centrum transeunte sese collidentia. Omnes hæ hypotheses necessariæ sunt ad theoriam satis de se implicatam simpliciorem reddendam.

320. NOTA II. In theoria collisionis velocitas corporum dividitur in absolutam, & respectivam.

I. Corporis *velocitas absoluta* est spatium, quod percurrit, divisum per tempus, quo illud percurrit: quotum scilicet spatii per tempus divisi. (267).

II. *Velocitas respectiva* duorum corporum sibi occurrentium est spatium a duobus illis corporibus percursum divisum per tempus, quo percur-

ri-

ritur: sive corpora hæc æquales, sive inæquales spatii hujus partes percurrant. Exempli causa: (*fig.* 17).

Corpus A a corpore B distat hexapedas sex: corpora hæc sibi occurrunt uno minuto secundo ita, ut A quatuor hexapedas percurrat, B duas: eorum velocitas respectiva est hexapedarum sex. Post ictum corpora hæc ambo retrocedunt, quæcumque regressus hujus causa sit, A hexapedas duas, B quatuor uno secundo: eorum velocitas absoluta mutata est, respectiva eadem perseverat: sunt enim semper hexapedæ sex a duobus illis corporibus uno minuto secundo percursæ.



PARAGRAPHUS PRIMUS.

COMMUNICATIO MOTUS IN CORPORIBUS NON ELASTICIS.

THEOREMA.

321. *In ictu quantitas motus amissa a corpore percutiente tanto minor est, quanto ejus massa major est; tanto vero major, quanto massa minor respectu corporis, in quod incurrit.*

DEMONSTRATIO. Ratio, & experientia præcipuum hoc theorema comprobant, quod hic ad corpora non elastica coarctabimus, facile tamen erit & elasticis accommodare.

I. Ratio theorema probat. Quo major enim est massa corporis percutientis respectu massæ corporis percussi, eo minus corpus percutiens suum motum dividit illum corpori percusso communicando; quo minus corpus percutiens motum suum dividit, eo major remanet quævis divisio: ergo quantitas motus a corpore percutiente amissi quum motum suum percusso com-

municat tanto minor eſt, quanto maſſa percutiens major eſt.

Quo minor eſt maſſa corporis percutientis reſpectu maſſæ percuſſi, eo magis percutiens motum ſuum dividit illum percuſſo communicans: quo magis hic motus dividitur, eo quævis portio minor eſt: ergo quantitas motus a corpore percutiente amiſſi dum motum ſuum percuſſo communicat tanto major eſt, quanto maſſa percutiens minor.

II. Clarius etiam experientia theorematis veritas elucet. Si enim corpus decem pondo quavis velocitate in corpus unius pondo, quieſcens, & mobile incurrit; corpus decem pondo undecimam tantum ſui motus partem amittit; ejus motus enim, qui ante ictum in decem pondo diviſus erat, & ad maſſam decem pondo transferendam applicatus, in undecim pondo diviſus eſt poſt ictum, & ad maſſam undecim pondo transferendam applicatus. Contra vero ſi corpus unius pondo velocitate quacumque in corpus decem pondo quieſcens, & mobile incurrat, decem undecimas ſui motus partes amittit: idem enim motus, qui uni pondo transferendo erat applicatus ante ictum, in undecim partes poſt ictum, quas transferat, diviſus eſt. Q. E. D.

THEOREMA II.

322. *Quum corpus non elaſticum in aliud non elaſticum incurrit:*

I. *Si incurrat in corpus quieſcens, aut eadem directione motum, motus dividitur, nec extinguitur.*

II. *Si duo corpora ſibi directionibus oppoſitis occurrant, motus aut totus, aut ex parte extinguitur. Si duo motus oppoſiti quantitate æquales ſunt, ſive corpora maſſa æqualia ſint, ſive inæqualia, corpora poſt ictum quieſcunt; ſi vero mo-*

motus oppositi inæquales sint quantitate, corpora post ictum moventur directione majoris motus motu communi, qui est excessus majoris motus supra minorem (fig. 14).

DEMONSTRATIO. Experientia theorema probat. Sint globi duo A, & B perpendiculariter in aere suspensi, & proximi, quibus contiguum sit planum perpendiculare lævigatissimum.

EXPERIMENTUM I. Globus A, exempli causa, unciarum quatuor primum sex gradibus a perpendiculari distractus, & sibi relictus, ex motu concepto ad sex gradus ultra perpendicularem efferretur, si nullum obstaculum offenderet: sui motus summa esset massa 4 in 6 velocitatis ducta: $4 \times 6 = 24$. At si globus A incurrit in B unciarum duarum, quiescens, & mobile, secum eum transfert motu communi; & uterque ad gradus quatuor ultra perpendicularem ascendit: motus communis post ictum est massa 4×2 in 4 velocitatis ducta: $4 + 2 \times 4 = 24$. Ergo motus dividitur, nec extinguitur in incursu corporis moti in corpus quiescens.

Si globus B unciarum duarum ad novem gradus a perpendiculari distractus incurrit in A unciarum quatuor, quiescens, & mobile; post ictum globi ambo moventur motu communi ad tres gradus ultra perpendicularem. Ante ictum quantitas motus erat $2 \times 9 = 18$; post ictum quantitas motus est $2 + 4 \times 3 = 18$; ergo hic quoque motus in ictu duorum corporum, quorum alterum quiescit, dividitur, non extinguitur.

EXPERIMENTUM II. Si corpus A unciarum quatuor velocitate ut 6 incurrat in corpus B unciarum duarum illud eadem directione præcedens velocitate ut 3; post ictum ambo corpora moventur motu communi directione borporis percutientis ad gradum quintum ultra perpendicularem. Ante ictum duæ motus sum-

mæ erant $24+6=30$; post ictum motus communis ambobus corporibus est $4+2\times5=30$; ergo in ictu duorum corporum eadem directione procedentium motus dividitur, non extinguitur.

Id ipsum emerget quocumque modo experimentum immutes modo majorem modo minorem massam, & velocitatem corporibus eadem directione motis, & concurrentibus tribuendo.

EXPERIMENTUM III. Si corpus A unciarum quatuor, velocitate ut 3, & corpus B unciarum duarum velocitate ut 6 sibi opposita directione occurrant; post ictum ambo corpora immota quiescunt. Ante ictum quantitas motuum oppositorum, 4×3, & 2×6 utrinque æqualis erat; ergo in ictu motus æquales, & oppositi extinguuntur.

Quiescent quoque post ictum corpora alia duo quævis oppositis directionibus sibi occurrentia, quæcumque sint eorum massæ, & velocitates, modo corpora sint non elastica, & eorum motus quantitates sint æquales.

EXPERIMENTUM IV. Si corpus A unciarum quatuor, velocitate ut 2, & corpus B unciarum duarum, velocitate ut 7 sibi oppositis directionibus occurrant; post ictum ambo corpora moventur directione corporis B velocitate communi $=1$. Ante ictum motus oppositi erant 8, & 14; post ictum sex tantum remanent motus gradus ambobus corporibus communes; atque hi ipsi sunt excessus majoris motus supra minorem. Ergo in ictu corporum oppositis directionibus confligentium minor motus a majori extinguitur; & quoque in majori quantitatem motus suæ æqualem extinguit; adeo ut non nisi excessus majoris supra minorem motus communis duobus corporibus non elasticis remaneat. Q. E. D.

323. NOTA. Quum duo corpora concurrunt, alterum quiescere potest: ambo eadem, aut e dia-

e diametro opposita directione moveri possunt.

I. Quum alterum corporum concurrentium quiescit, & immobile est; ictus est toti summæ motus corporis incurrentis proportionalis; tunc enim corpus percussum nullam effugit partem motus, a quo attingitur.

At si corpus percussum quiescens est, & mobile, ictus proportionalis est non toti motui corporis percutientis, sed tantum motus parti, quam corpus percutiens amittit; tunc enim corpus percussum quum ante percutiens fugiat se surripit parti motus, qui remanet in corpore, a quo percutitur.

II. Quum ambo corpora concurrentia eadem directione moventur; percussio fit ex differentia velocitatum in massam percutientem ducta; & ictus est quantitati motus a corpore percutiente amissi proportionalis; tunc enim corpus percussum a percutiente se surripit tota sua velocitate tum ante, tum post ictum.

III. Quum duo corpora concurrentia oppositis directionibus moventur, ictus fit ex duabus oppositis motus summis, & quantitati motus ab utroque corpore amissi est proportionalis; tunc enim utrumque corpus toto motu, quem amittit, percutit, ac resistit, sive opposito corpori resistendo, sive reliquum motum cum alio corpore dividendo. Hanc cummunicationis motus theoriam experientia, & ratio concordes probant.

IV. Quum in corporum conflictu fieri possit primo, ut ictus fiat in corpus quiescens, aut in corpus motum directione corporis percutientis, aut directionibus e diametro oppositis; quum deinde corpus, incurrens esse possit aut æquale percusso, aut illo majus, aut minus; hinc plures canones deducuntur, qui nobis nunquam adriserunt. Brevitatis amore incommodos hos canones unico comprehendere studuimus; atque

hoc facili methodo assequuti sumus; alterum nempe ex corporibus confligentibus semper ut quiescens considerando; & communem corporum velocitatem post ictum per ambarum massarum summam dividendo. Canon, quem pro corporibus non elasticis statuere pergimus, facile & elasticis inserviet; ut sequenti paragrapho ostendemus.

CANON GENERALIS.

324. *Si corpus non elasticum in alterum non elasticum, quiescens, & mobile incurrit; post ictum ambo corpora eadem directione, & velocitate moventur, qua ad primitivam est ut massa incurrentis ad summam massarum.*

EXPLICATIO. Canon hic, ut patet, est tantum duorum præcedentium theorematum corollarium, quibus constat in ictu corporis incurrentis in corpus quiescens, velocitatem corporis incurrentis inter ambas massas dividi; & in massa percutiente decrescere eo gradu, quo massæ percussæ communicatur.

Facile est canonem simplicissimo calculo ad praxim adducere. Exempli gratia, sit massa incurrens 6, ejus velocitas 12, massa percussa 3; quænam post ictum erit communis, & ignota velocitas x? ut hæc inveniatur fiat analogia: velocitas ignota est ad primitivam, ut massa percutiens ad massarum summam. x : 12 :: 6 : 9. Quare hic communis velocitas post ictum erit 8; nam 8 : 12 :: 6 : 9.

PROBLEMA.

325. *Binos alios collisionis casus ad eundem canonem adducere.*

SOLUTIO I. Si ictus fiat *inter corpora directionibus oppositis*, minor motus extinguitur, & in majori motus quantitatem sibi æqualem extin-

tinguit (322): ergo post ictum nullus motus remanet, nisi unius motus supra alterum excessus. Ergo corpus minori motu præditum considerari potest tamquam quiescens, & corpus majori motu donatum tanquam in aliud incurrens simplici suo motus excessu. Ergo casus hic ad allatum canonem adductus est.

Exempli causa; supponamus, corpus A massam habere 2, velocitatem 6; corpus B massam 3, velocitatem 8: habebit A 12 motus gradus, B 24. Aufer a B gradus motus 12, qui in opposita collisione extingui debent: remanebunt motus gradus 12, qui per ejus massam 3 divisi dabunt ejus velocitatem 4. Quænam ergo erit communis corporum velocitas post ictum? inveniatur hac analogia: velocitas ignota x est ad velocitatem 4, ut massa 3 ad massarum summam 5. Quare hic $x : 4 :: 3 : 5$; ergo velocitas communis post ictum erit $2 + \frac{2}{5}$.

SOLUTIO II. Si ictus fiat inter *corpora eadem directione mota*, motus dividitur quin destruatur (322): ergo post ictum inest his corporibus motus communis æqualis motibus amborum corporum ante ictum. Ergo post ictum idem motus his corporibus inest, qui haberetur, si alterum quievisset, & in hoc alterum incurrisset summa amborum motuum. Ergo corpus percussum considerari potest tamquam quiescens; & alterum ut incurrens summa amborum motuum. Ergo & hic casus ad canonem adductus est.

Exempli gratia. Supponamus corporis A massam esse 2, velocitatem 6; & hoc incurrere in B eadem directione motum, cujus massa sit 4, velocitas 3. Duæ motus summæ sunt $12 + 12 = 24$. Hos motus gradus 24 transferamus in corpus A, & supponamus B quiescens in puncto, in quo ictus fiet; in hac hypothesi 24 gradus motus corporis A divisi per ejus massam 2 dabunt ejus velocitatem 12. Quænam erit post

ictum

ictum communis amborum corporum velocitas? Fiat analogia: velocitas ignota x est ad velocitatem 12, ut massa 2 est ad massarum summam 6. Quare x : 12 :: 2 : 6; adeoque x = 4.



§. II.

COMMUNICATIO MOTUS IN CORPORIBUS ELASTICIS.

326. OBSERVATIO. Elasticitatis naturam, & causam jam explicare studuimus (228); at quæcumque ejus causa, & natura sit, certum est, hoc principium existere, nec de ejus effectibus dubitari posse. Phænomena duo hoc principium in corporibus indicantia sunt compressio simul, & reactio. Corpus omne elasticum comprimitur, & ad pristinum statum, & figuram veluti a se redire nititur.

Duæ ergo vires in corporum elasticitate considerandæ sunt, & distinguendæ; altera quæ compressionem efficit, altera quæ compressioni resistit, & effectum destruere nititur.

Prima, quæ dicitur *vis comprimens*, seu *compressionis*, seu tantum *actio*, est corpori compresso extrinseca: est motus, seu vis motrix corporis comprimentis, quæ aut tota, aut ex parte compressionem efficit.

Altera, quæ *vis reactionis* dicitur, aut tantum *reactio*, est corpori compresso intrinseca; est veluti intimum elasterium, quod vis comprimens magis, minusve tendit; quod continenter magis, magisque actioni vis comprimentis resistit; quod hac resistentia aut omnino, aut ex parte actionem vis hujus comprimentis elidit; & quod, hac vi elisa, explicatur, & libere extenditur directione opposita inflexioni, & tensioni, quam subivit.

THEO-

THEOREMA.

327. *Vis reactionis vi compressionis æqualis est, & opposita.*

DEMONSTRATIO I. Corpus elasticum magis comprimi, & tendi posset, quam in ictu, aut pressione comprimatur; & tamen tandem comprimi, & contendi cessat: ergo elasterium hoc vi comprimenti resistit vi huic vi comprimenti æquali; ergo hujus elasterii vis vi, a qua tenditur, & comprimitur, æqualis est. Hujus elasterii actio certe vi, cui resistit, qua inflectitur, & comprimitur, est opposita; ergo hujus elasterii vis vi comprimenti æqualis, & opposita debet opposita directione effectum producere effectui vis comprimentis æqualem. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. Sint duo globi eburnei proxime suspensi, & lævigatissimo plano perpendiculari contigui. Globi hi massa æquales, & æqualiter a perpendiculari distracti oppositis directionibus, & æqualibus velocitatibus alter in alterum incurrant; post ictum ambo regrediuntur iisdem velocitatibus, adeoque iisdem motus quantitatibus, quas ante ictum obtinebant (277). Quo posito sic procedo: (*Fig.* 14.).

I. Si globi hi motum primitivum tantum, quo comprimuntur, haberent; post ictum duplex hic motus æqualis, & oppositus extinctus esset; & ambo globi quiescerent; ut argillacei globi massis, & velocitatibus æqualibus concurrentes opposita directione quiescunt.

II. At globi hi post ictum motu cientur, quo per primam semitam retrocedunt eadem velocitate, quam ante ictum obtinebant; ergo post ictum motum habent æqualem, sed oppositum, motui, quo ante ictum movebantur.

III. Motus hujus retrogradi alia causa assignari nequit, nisi reactio, sive elasticitas partium

tium in ictu compressarum, & post ictum sese restituentium; ergo hæc reactionem efficit actioni oppositam, & æqualem.

IV. Quo major horum globorum massa est, & velocitas; eo violentior est ictus, & major compressio; ictus enim, & compressio ab ictu effecta necessario vis motricis, a qua fiunt, rationem sequuntur. Attamen hi globi, quæcumque sit eorum æqualis quantitas motus, semper post ictum resiliunt eadem velocitate, eademque motus summa, quam ante ictum habebant: ergo reactio semper actioni æqualis, & opposita crescit, & minuitur ut vis, a qua oritur, & semper vi comprimenti æqualis est. Q. E. D.

THEOREMA II.

328. *Quo magis corpus elasticum actioni corporis comprimentis resistit; eo major est compressio, & reactio, quam acquirit.*

DEMONSTRATIO. Quo magis corpus comprimibile, & elasticum resistit, eo magis finit, actionem corporis comprimentis contra ipsum exerceri pro activitatis suæ mensura, & extensione; si vero facile nimis, & prompte cedat, magis, minusque sese actioni surripit vis comprimentis, quæ non instantanea est, sed successiva. Potest ergo corpus aut omnem vis comprimentis actionem sustinere, & tunc compressionem patitur toti huic vi proportionalem, & reactionem illi æqualem; aut partem tantum vis comprimentis sustinere; & tunc compressionem patitur tantum vis comprimentis parti proportionalem, & reactionem huic parti æqualem. Q. E. D.

329. COROLLARIUM. *Etsi vis reactionis semper sit vi compressionis æqualis; non propterea reactio semper est toti motui primitivo corporis incurrentis æqualis.*

DE-

DEMONSTRATIO. Ratio hujus est, quia motus primitivus non semper totus in compressione facienda impenditur; ut evenit quum corpus percussum ante percutiens fugiens, aut ejus impulsioni nimis facile cedens elabitur, & parti vis, & actionis hujus corporis se surripit. Quare non semper *motus primitivus* corporis comprimentis cum *vi compressionis* est confundendus, quæ sæpius motu hoc primitivo est multo minor.

I. Quum corpus percussum est immobile reactio toti motui primitivo est æqualis: corpus enim percussum nullam primitivi hujus motus partem evitat, qui totus in compressione facienda impenditur. Vis comprimens tota perit compressionem producens; & vis opposita, & æqualis, reactio scilicet, illi succedit.

II. Quum duo corpora viribus æqualibus, & oppositis directionibus sibi occurrunt, reactio toti summæ motus primitivi æqualis est; ambo enim corpora percutiunt, & simul resistunt tota suarum virium motricium summa, & compressio fit ab utriusque corporis percussione simul, & resistentia.

III. Quum corpus motum in aliud quiescens, & mobile incurrit, reactio æqualis est motui, quem primum amitteret, alterum acquireret, si ambo essent non elastica. Quare si corpora æqualia sunt, sive si incurrens altero minus sit; reactio æque inter duo corpora divisa oppositis directionibus toti motui primitivo æqualis est, qui tantam resistentiam passus est, quanta requiritur, ut totus in compressione efficienda impendatur. At si corpus incurrens corpore percusso massam majorem habet; reactio semper æque inter duo corpora oppositis directionibus divisa minor est motu primitivo, qui non eam resistentiam passus est, qua totus in compressione efficienda impendatur.

IV. Quum corpus in aliud eadem directione motum

tum incurrit, reactio æqualis est non toti motui primitivo, sed illi; quem corpus incurrens amitteret, & percussum acquireret, si ambo elasticitate carerent. Corpus percussum se e percussioni surripit, adeoque compressioni, & reactioni, tota sua velocitate primitiva.

330. NOTA. Etsi elasticorum corporum elasticitas ipsis intima sit; considerari tamen potest quasi elasterium inter duo corpora concurrentia compressum, & tensum.

Concipimus, hoc extimum elasterium sese explicans vi illi æquali, a qua comprimitur æqualem actionem utrinque exeriturum in ambo corpora, eaque utrinque æquali vi repellens utrique eandem quantitatem motus inditurum, adeoque velocitates, quæ essent in ratione inversa massarum. Quum enim motus sint æquales, si massæ sunt inæquales, velocitates necessario sunt in ratione inversa massarum (275).

Hac ratione in suis effectibus concipi debet naturalis corporum elasticitas, quæ post ictum explicatur. Elasticitas hæc æquali vi explicatur in corpus unius pondo, a quo hinc comprimitur, & in corpus duorum pondo, a quo inde comprimitur. At æqualem ambobus hisce corporibus motus summam, seu quantitatem imprimens, primo duplam velocitatem indet illius, quam alteri indet; quum enim massa primi sit duplo minor, duplo facilius transfertur; & eadem vis motrix, quæ duo pondo ad datam distantiam transfert, ad duplicem distantiam unum pondo transferre debet.

CANON GENERALIS.

331. *Si corpus elasticum in aliud elasticum incurrit quiescens, & mobile; post ictum percutiens duplum motum adeptum erit, & percussum duplum amiserit illius, quem utrumque adeptum esset, aut amisisset, si elasticitate caruisset* (*fig.* 14, & 17).

EX-

EXPLICATIO. Canon hic, ut apparet, primi theorematis consectarium est. Vis reactionis vi compressionis æqualis est, & opposita; & æque tum in corpore percutiente, tum in percusso residet: hujus enim resistentia impulsioni æqualis est, quam illud exercet ad hanc resistentiam vincendam; & a percussione, & resistentia compressio, & reactio enascuntur. Ergo hæc reactio in corpore percutiente tantum motum extinguere debet, quantum ictus extinxit; ergo hæc reactio corpori percusso tantum motum impertiri debet, quantum illi ictus indidit; ergo motus a primo amissus, & ab altero aquisitus esse debet duplo major, quam si utrumque elasticitate caruisset. Ergo ad quantitatem motus æstimandam, quæ in hisce elasticis corporibus post ictum inveniri debet, satis est illa considerare quasi elasticitate carentia (324); & uni duplicare quod amisit, alteri quod adeptum est. Exempli causa.

I. Si corpora ambo massa æqualia sunt; post ictum primum quiescit, alterum tota primitivi motus summa movetur. Hoc quotidie contingere videmus, quum peritus lusor buxeam pilam in æqualem buxeam pilam directe conjicit. *Corpus percutiens*, si elasticitate careret, dimidium sui motus primitivi amitteret ex ictu (324): tantundem amittit sua reactione æquali, & opposita portioni motus primitivi, qui in vincenda corporis percussi resistentia insumptus est; debet ergo duo dimidia, seu totum motum suum primitivum amittere. *Corpus percussum*, si elasticitate careret, dimidium motus primitivi acquireret ex sua resistentia, seu vi inertiæ illi corporis percutientis æquali; tantumdem sua reactione acquirit æquali, & opposita resistentiæ, quam motui primitivo opponit: post ictum igitur motum habere debet toti motui primitivo æqualem.

II. Si massa incurrens massa percussa major est;

eſt.; corpus incurrens quantitatem motus amittit & reſiſtentiæ corporis percuſſi, & ſimul reactioni ab hac reſiſtentia productæ proportionalem. Exempli cauſa, ſi corpus elaſticum unciarum novem directe incurrat in aliud corpus elaſticum unciæ unius, quieſcens, & mobile; *corpus incurrens* decimam ſui motus partem amittit ex percuſſione, & decimam ex ſua reactione; *corpus percuſſum* deciman motus primitivi partem acquirit ex percuſſione, & ſua reactione.

III. Si maſſa incurrens minor eſt maſſa percuſſa; poſt ictum corpus percuſſum majorem motum habet, quam habebat percutiens. Exempli gratia: corpus elaſticum A maſſa 2, velocitate 6, quæ duodecim primitivi motus gradus efficiunt incurrat in corpus elaſticum B quieſcens, & mobile, cujus maſſa ſit 4. Poſt ictum corpus A regreditur velocitate ut 2; corpus B procedit velocitate ut 4. Summa motus corporis B poſt ictum eſt $4 \times 4 = 16$, ſumma vero motus corporis A ante ictum erat tantum $2 \times 6 = 12$. Facile eſt hujus experimenti rationem reddere tum in corpore percutiente, tum in percuſſo ex principiis jam demonſtratis.

Si *corpus incurrens* A elaſticitate careret, in corpus B incurrens, cujus maſſa eſt duplo major, octo ſui motus gradus amitteret ex percuſſione: tantundem amittit ex reactione. A 12 motus gradibus, quos ante ictum habebat, deme 16, reſiduum eſt -4, quod diviſum per maſſam 2 dant velocitatem -2 poſt ictum, adeoque velocitatem retrogradam.

Si *corpus percuſſum* B elaſticitate careret, octo motus gradus acquireret ex percuſſione: totidem acquirit ex ſua reactione; poſt ictum igitur habebit motus gradus 16, qui per maſſam 4 diviſi dant velocitatem 4 juxta corporis incurrentis directionem.

PRO-

PROBLEMA I.

332. *Duos reliquos collisionis casus ad hunc generalem canonem adducere.* (fig. 14., & 17)

SOLUTIO I. Si ambo corpora elastica *oppositis directionibus* incurrunt; post ictum amborum corporum velocitas, si elasticitate carerent, esset excessus majoris motus per ambas massas divisi (325). At hæc corpora sunt elastica; & hæc elasticitas tensa fuit a summa duorum motuum in percussione extinctorum: ergo post ictum hæc reactionis vis æqualis, & opposita motui primitivo extincto ambabus massis est distribuenda. Hujus motus summæ dimidium ex reactione per utramque massam divisum velocitatem dabit, quam corpori demere oportet, quod majore motu ferebatur, & addere corpori, quod minori motu gaudebat.

Exempli causa: corpus elasticum A trium pondo massam habens, velocitatem ut 8; & corpus B unius pondo, velocitate ut 12, oppositis directionibus concurrant. Si elasticitate hæc corpora carerent, post ictum eorum motus communis esset excessus majoris motus supra minorem: hic excessus est 12, qui per summam ambarum massarum 4 divisus cuique tribueret velocitatem communem 3 in directione corporis A. At hæc corpora elasticitate donata sunt, quæ a 24 motus extincti gradibus tensa fuit, & quæ reactionem parit motui extincto æqualem, & oppositam: 12 ergo motus gradus a corpore A demendi erunt, & totidem corpori B addendis. Hi 12 motus gradus per massam 3 corporis A divisi 4 dabunt velocitatis gradus ab hoc corpore demendos; per massam 1 corporis B divisi 12 dabunt velocitatis gradus huic corpori addendos. Erit ergo post ictum velocitas corporis A $= 3 - 4 = 1$; velocitas corporis B erit $= 3 + 12 = 15$.

SO-

SOLUTIO II. Si ambo corpora elastica concurrant dum *eadem directione* moventur; primo utrumque corpus considerandum est veluti elasticitate carens. Ex theoria communicationis motus inveniemus in corporibus non elasticis (325), quantitatem motus, quam corpus incurrens amitteret, & quam corpus percussum acquireret. At quum hæc corpora elastica sint, & eorum elasticitas tensa fuerit & a motu, quem corpus incurrens amittit, & a resistentia æquali a corpore percusso opposita: reactio corporis incurrentis jacturam, & percussi acquisitionem duplicabit.

Exempli causa: corpus A massa 2, velocitate 6 incurrat in B ante se procedens massa 4, velocitate 3. Si hæc corpora elasticitate carerent, post ictum corpus incurrens duos velocitatis gradus amisisset, & corpus B unum adeptum fuisset (325). At quum elastica sint, post ictum corpus A 4 velocitatis gradus amiserit, corpus B duos adeptum fuerit.

333. NOTA. Quæcumque in hac collisionis theoria exposita sunt facile totidem peculiaribus experimentis probari possunt. At quum hæc in physica parum utilia sint, ab iis proponendis abstinemus. Tantum monebimus theoria simul, & experientia veritatem hanc comprobari; scilicet casus esse, in quibus quantitas motus eadem est ante, & post ictum; alios esse, in quibus post ictum quantitas motus major, aut minor est, ut ex allatis exemplis apparet. Hinc sequitur, præcipuum canonem a Cartesio excogitatum, scilicet, *quantitatem motus in corporibus semper eandem ante, & post ictum perseverare*, certissime falsum esse.

Nullibi simpliciores collisionis corporum leges invenies. Ubique eas magis complicatas invenimus, sæpius etiam generatim erroneas.

PRO-

PROBLEMA II.

334. ***Ex hac theoria tormentorum bellicorum retrocessionem explicare.***

SOLUTIO. Pulvis pyrius in tormento bellico accensus est veluti elasterium, quod quaquaversum vehementer dilatatur, & adhærentes tormenti partes quaquaversum dispellere nititur. At quum partes hæ majori invicem vi adhæreant, quam sit actio pulveris; æquales, & inutiles pulveris nisus in maxime adhærentes tormenti partes efficaciter diriguntur & in globum, qui progredi, & in tormentum, quod regredi potest. Ergo immensa pulveris accensi actio considerata tamquam elasterium inter duas inæquales resistentias sese exerens, inter globi scilicet, & tormenti massas, debet, ceteris paribus, corporibus hisce æqualem quantitatem motus imprimere; adeoque velocitatem in ratione inversa massarum (275): quare velocitas retrograda tormenti erit ad directam globi velocitatem ut massa globi ad massam tormenti. (*Fig.* 34.)

I. Tormentum bellicum globos jaciens 24 pondo in Germania juxta Volfium pendit 6400 pondo; passim in Gallia juxta Suritejum a Sancto Remigio 5100 pondo; at cum curru, cui insistit, ferme pondus Germanici tormenti æquabit.

II. Velocitas globi a maxima pulveris vi impulsi ad mænia diruenda primo minuto secundo pedes 600 percurrit. Qua ratione velocitas hæc inveniri, & determinari possit alibi videbimus. (391.)

III. Ponamus pulverem accensum vim suam motricem æque distribuere inter inæquales massas tormenti, & globi, quibus æqualem, & oppositam motus quantitatem communicabit. Quænam, accenso pulvere, erit globi, & tormenti velocitas? Fiat analogia: velocitas globi erit ad velocitatem tormenti, ut massa tormenti ad mas-

massam globi (275):600: x:: 6400: 24. Quantitas ignota x exprimens retrogradam tormenti velocitatem uno secundo est pedum duorum cum quadrante. Si ergo tormentum plano horizontali impositum sit, velocitas retrograda tormenti erit ad oppositam globi velocitatem, ut $2 + \frac{1}{4}$ ad 600: tormentum scilicet velocitate recedet, qua uno secundo pedes duos cum quadrante percurret; quo eodem tempore globus 600 pedum spatium percurrit. At quum passim ita positum tormentum sit, ut retrogredi nequeat, quin ejus currus, qui semper ut suæ massæ pars considerari debet, per planum inclinatum ascendat, & magnam motui resistentiam patiatur, ex hac quoque ejus retrograda velocitas minuitur.

Fistulæ longioris, & brevioris retrocessio eandem causam agnoscit, & eodem modo explicatur: Vis brachii eas regentis, & dirigentis ut pars earum resistentiæ considerenda est.

IV. Quo majori gravitate pollent tormenta, & fistulæ bellicæ, minus retrocedunt; quo enim major est massa, eo minorem data vis illi velocitatem imprimit. Si tormenta hæc ita fixa esset, ut retrogredi nequirent, multo major esset vis ictus; tunc enim actio pulveris tota in globum dirigeretur; sicuti actio elasterii inter corpus mobile, & immobile siti tota in corpus mobile exeritur.

V. Tormentum, & fistula longior, modo immodica non sit hæc longitudo, longius globos promovent: pulveri enim necessarium tempus sinunt, ut totus accendatur, & totam actionem suam in globum exerat: hic enim pulveris, qui tantum post ejus eruptionem accenditur, impulsum effugit. Si tamen tormenti, aut fistulæ longitudo nimia sit, & major, quam quæ ad totius pulveris accensionem requiratur; excessus longitudinis affrictum tantum parit, a quo globi velocitas imminuitur.

335. NOTA. Tres causæ, quas hic tantum indi-

indicabimus, mirum pulveris effectum simul producunt in globum, & in tormentum; nempe actio explosiva ignis, elasterium aeris dilatatum, vis immensa vaporis ab inflammatione producta (823, 844).

Physici nonnulli aut indocti, aut oscitantes tormentorum regressum violentæ aeris concussioni tribuere voluerunt, qui per tormenti orificium in ejus fundum ruit eo momento, quo materia accensa erumpit; at explicatio hæc omnino falsa est.

I. Juxta Volfium enim tormentum regredi incipit antequam globus eruperit, & aer ingredi possit.

II. Aer nequit magna vi in tormentum irruere, nisi quum veluti aere vacuum fuerit eo momento temporis, quo pulvis accensus erumpit. Atqui observationibus constat, granum pulveris accensi volumen aeris dare ducenties ipso majus (729): ergo tormentum non modo aere vacuum non est quo instante temporis erumpit, immo maxima molecularum aerearum copia refertum est, quæ violenter solutæ, & exertæ agunt elasticitate & in globum, & in tormentum.

III. Quum tormentum quoque aere vacuum esset, exigua ejus quantitas, quam capere potest, nequiret simplici naturali sua elasticitate irruens tantam concussionem efficere.

PROBLEMA III.

336. *Quare pyrobolus contra gravitatem ascendat ex iisdem principiis explicare.*

SOLUTIO. Pyrobolus considerari debet levis tubus, cujus extremum obturatum superius est, & cujus cavitas materia successive inflammabili referta exiguum tantum foramen habet inferius instar infundibuli, quo materia inflammabilis erumpat, sicuti successive, & per strata accenditur.

ditur. Virga parallela pyrobolo alligata gravitatione sua efficit, ut ille semper directionem obtineat horizonti ferme perpendicularem.

I. Materia inflammabilis, quæ in pyrobolo accenditur, non tota subito, sed successive & veluti per strata, elasterii vices agit, quod inter duas resistentias magna vi exeritur; nempe inter pyrobolum, quem contra suam gravitatem attollore nititur, & inter inferiorem contigui aeris columnam, quam deorsum propellere nititur, frustra obnitentibus contra adjacentibus columnis, a quibus sustentatur, & ejus depulsioni obsistunt. Pyrobolus est veluti tormentum, quod retrocedit; & aeris moleculæ sunt veluti globus, qui summa velocitate procedit ex pulveris actione explodente, quæ perpetuo & contra pyroboli fundum, & contra aeream columnam ad ejus orificium pertingentem colluctatur.

II. Etsi inferior contigui aeris columna exiguam resistentiam factura videatur materiæ accensæ eruptioni; quum tamen fluidi resistentia sit quadrato velocitatis corporis, a quo urgetur & depellitur, proportionalis (302); & immensa sit materiæ accensæ velocitas, qua aeream columnam urget, sequitur, resistentiam, quam aerea columna objicit materiæ accensæ a pyrobolo erumpenti, maximam esse debere.

III. Pyrobolus in aera ascendens, præter gravitatem suam, resistentiam vincere debet aereæ columnæ suæ diametro æqualis; atque hæc resistentia contra vim etiam, qua attollitur, obnititur. At resistentia, quam materiæ ardentis actioni objicit columna aerea superior, veluti nulla est resistentiæ ab inferiori columna illi oppositæ comparata; columna enim superior tantum a velocitate pyroboli depellitur; inferior vero a maxima materiæ accensæ e pyrobolo erumpentis velocitate truditur,

tur, & depellitur. Quare quum ejusdem fluidi resistentiæ sint inter se ut quadrata velocitatum (302), & materiæ accensæ velocitas pyroboli velocitatem in immensum excedat, sequitur, resistentiam pyrobolo a superiori columna oppositam esse veluti nullam, si resistentiæ comparetur, quam materiæ accensæ e pyrobolo erumpenti obiicit aerea columna inferior. Debet ergo pyrobolus ascendere quandiu materiæ accensæ eruptio perseverat, cujus vis explosiva ab aeris resistentia coarctata, & repercussa contra pyroboli fundum permanente nisu opposito, multoque gravitatis nisu majore colluctatur.

PROBLEMA IV.

337. *Ex elasticitatis theoria explicare, cur globus elasticus A in globorum elasticorum seriem incurrens qui singuli sint illi æquales, post ictum quiescat: totum motum suum in serie postremo communicet, & intermedios quiescere sinat.* (*fig.* 19.)

SOLUTIO. I. Globus elasticus A in globum elasticum B incurrens dimidium sui motus amittere debet ex ictu, & alterum dimidium ex reactione (331): ergo immobilis remanere debet prope globum B.

II. Globus elasticus B, expleta compressione ad motum tendit nisu æquali toti motui a globo A amisso: ex hoc motu initiali a contigui globi C resistentia coarctato globum hunc contiguum comprimit, & ipse comprimitur. Dimidium suæ vis ex compressione amittit, alterum dimidium ex reactione: ergo quiescere debet. Idem duobus sequentibus globis C, & D contingit.

III. Globus E in serie postremus a nisu ad motum præcedentis D compressus dimidium primitivi motus excipit in compressione, dimidium

alterum reactione; quum vero nihil nisui suo ad motum opponatur, motus habetur, & eadem velocitate hic globus pergit, qua globus incurrens A ante ictum movebatur.

238. NOTA. Quum omnes hi globi contigui sint, compressio, etsi successiva, mira velocitate ad uno in alterum a primo ad postremum transit. In compressione globi elongantur secundum diametros B *b*, C *c*, D *d*; & secundum diametros *r s* comprimuntur; reactio cito naturalem illis figuram restituit.

Globi hi considerari non debent tamquam quid totum ratione contiguitatis efficientes; si enim quid totum efficerent, unica habetur compressio, & reactio unica; quum plures compressiones, & reactiones successivæ habeantur, quæ sese mutuo destruentes, postrema excepta, initialem quietem omnibus globis restituunt, postremo dempto, cujus motus quum neque ex compressione facienda, neque ex opposita reactione subeunda extinguatur, totus, atque integer perseverat.

Ex hac eadem theoria concipimus, si globi duo elastici A, & E massa, & velocitate æquales eodem instanti, & oppositis directionibus in seriem quamcumque globorum B, C, D incurrerent, eos post ictum resilituros eadem velocitate in A, & E. Si enim ex opposito ictu totum eorum motum amittunt, totum quoque ex reactione percussioni æquali iterum obtinent.

OBJECTIONES DILUENDÆ.

239. OBJECTIO I. Canones a nobis statuti de motus communicatione in corporibus tum elasticis, tum non elasticis, etsi metaphysice veri sint, physice tamen erronei sunt. Exempli caussa, quum corpus elasticum sex velocitatis gradibus in aliud corpus elasticum massa æquale, quiescens, & mobile incurrit; ex theoria corpus

pus incurrens percusso sex velocitatis gradus communicare deberet; in praxi tamen corpus percussum nunquam nisi quinque habet, aut quinque cum dimidio. Ergo canones hi theorice optimi, practice futiles sunt.

RESPONSIO. Monuimus jam, nos canones hosce tradentes a corporum gravitate, a resistentia medii, ab elasticitatis imperfectione in corporibus, quæ elastica dicimus, ab exigua aliqua elasticitate in iis, quæ ut non elastica consideramus; præscindere. Causæ hæ omnes passim efficiunt, ne practice, & physice canones ad amussim theoriæ consentiant.

At non propterea canones hi in praxi fallaces sunt; ita enim proxime accedunt etiam in physico rerum statu ad rei veritatem, ut defectus ab allatis obstaculis procedens nihil obsit exactæ virium mechanicarum æstimationi. Ratio est, quia post æstimatas vires in statu metaphysico ex generico canone æque obstaculorum resistentia æstimatur, quæ vires in statu physico infirmare debet. Exempli causa: scimus ex theoria metaphysica, corpus elasticum vi ut 6 impulsum debere post ictum moveri vi ut 6. Si vim tantum ut 5 habere inveniatur; judicamus resistentiam aut ab aere, aut ab elasticitatis defectu prognatam in hisce corporibus sextam primitivarum virium partem extinguere. Quare non jam in praxi effectum ut 6 præstolabimur, sed tantum ut 5; & neque in theoria, neque in praxi decipiemur.

340. OBJECTIO II. Ex positis collisionibus arenæ granum levi impetu in ingens marmor conjectum hoc magis minusque depellere deberet; hic enim arenæ motus post ictum inter corpus percutiens, & percussum distribui debet.

RESPONSIO. Jam ostendimus, motum resistentia extingui, aut extingui posse (310): ergo vis inertiæ maxima in ingenti marmore satis esse potest ad levis hujus motus effectum e-

dendum: si ergo hoc arenæ granum elasticitate caret, motus omnino extinguitur; si vero elasticum est, reflectetur motu illi æquali, & opposito, quo ante ictum ferebatur.

341. OBJECTIO III. Ex lege collisionis in corporibus elasticis globus eburneus æqualem globum in tabula horizontali directe feriens, post ictum quiescere deberet (331); attamen experientia ostendit, ipsum adhuc post ictum progredi: Ergo lex hæc fallax est, & experientiæ adversatur.

RESPONSIO. Leges traditæ tantum directæ collisionis motum respiciunt ex ictu aut ex reactione. Globus eburneus in tabula rotans duos diversos motus habet, alterum impulsionis horizontalis, quo tabulæ parallelus movetur; alterum rotationis supra suum axem, quo omnes ejus partes circa suum axem rotantur. Primum motum leges hæ respiciunt, alter illis omnino extraneus est. (*fig.* 17.)

I. Motus impulsionis horizontalis totus a globo percutiente globo percusso communicatur ita, ut si post ictum tabula evanesceret, globus percutiens supra axem, & polos suos rotari pergeret quin horizontaliter procederet. Ad hanc theoriam experientia confirmandam ad extremum tabulæ nullis repagulis circumscriptæ pilam eburneam colloca; in hanc similem pilam quacumque velocitate coniice, quæ illam directe feriat. Post ictum pila percussa abit toto motu globi percutientis; pila vero percutiens perpendiculariter in terram labitur, & supra suum axem suosque polos rotans.

II. At supra tapetem pila percutiens amisso in ictu directæ impulsionis motu, adhuc motum suum rotationis servat supra axem suum; nihil enim habet hic motus, a quo elidatur. Et quum hic rotationis motus nequeat in tapete subsistere, a quo affrictus fit, quin centrum pilæ ulterius procedat; pila post ictum progredi

per-

pergit, non ex motu horizontali, qui jam extinctus est, sed ex motu rotationis, qui perseverat, donec gravitas pilæ, & resistentia tapetis motum rotationis omnino extinxerint.

ARTICULUS QUINTUS.

MOTUS COMPOSITUS.

342. DEFINITIO I. Motus simplex, & compositus inter se differunt aut ex causa illos producente, aut ex termino, ad quem tendunt.

I. *Motus simplex* ille dicitur, qui aut ab unica vi est, aut ad unicum terminum tendit. Hujusmodi est motus corporis, quod ex sua gravitate descendit horizonti perpendiculare: motus hîc est effectus unius causæ, & ad unicum terminum tendit.

II. *Motus compositus* ille dicitur, qui a plurium causarum actione conjuncta, & simultanea procedit, quarum directio non est eadem, seu qui ad unicum terminum non tendit, sed ad diversos. Hujusmodi est motus corporis horizontaliter projecti: hoc & impulsioni obtemperat, & gravitati; & quovis instanti & ad centrum terræ tendit, & ad diversum punctum horizontis. (*fig.* 18.)

Si duæ potentiæ eandem prorsus directionem habent, uti duo pondera C, & D alterum supra alterum eidem funiculo horizonti perpendiculari suspensa; hæ duæ potentiæ veluti una tantum considerantur; & motus, quem eadem directione producunt ad eundem terminum, non censetur compositus, sed simplex. Ut motus censeatur compositus ex causis, a quibus est, debent hæ diversam habere directionem, ita ut directiones aut e diametro sint oppositæ, aut aliquem angulum inter se efficiant.

343. DEFINITIO II. *Potentia mechanica*, seu *potentia* tantum, dicitur causa quævis animata, aut inanimata, quæ in mobili motum producit, aut producere nititur. Actio equi currum trahentis, gravitatio ponderis in bilance, impulsus globi bellici in murum, aquæ decurrentis in rotam, sunt potentiæ mechanicæ.

I. Idem effectus, idem motus produci potest a conjuncta, & simultanea plurium potentiarum actione; tunc vero hæ potentiæ vocantur *conspirantes*. Duæ potentiæ eo magis conspirantes sunt, quo magis se in communi effectu producendo invicem juvant.

II. Ut theoria hæc simplicior fiat, supponemus, simultaneam, & conjunctam duarum potentiarum actionem in mobile semper in centrum mobilis coincidere, & conjungi. Quum duæ potentiæ oppositis e diametro directionibus A *m*, A *n* agunt; duplex actionum directio angulum non efficit ad centrum mobilis. (*fig.* 18.)

Sed quum duæ potentiæ neque eadem directione agunt, neque directionibus e diametro oppositis, duplex suarum actionum directio angulum facit ad centrum mobilis; & hic angulus acutus, rectus, aut obtusus, dicitur *angulus directionis* potentiarum. Exempli causa: (*fig*; 20, 21, 22.)

Si mobile A hinc trahatur directione A B, inde directione A C; angulus B A C est angulus directionis duarum potentiarum conspirantium B, & C.

III. Ut adhuc theoria hæc simplicior fiat, supponemus quoque, potentias conspirantes esse *vires constantes*; eas scilicet toto actionis suæ tempore eandem activitatem servare, nullo aut augmento, aut decremento; aut si quod augmentum, aut decrementum patiuntur, hoc in utraque eadem proportione fieri.

Hoc articulo plurium virium motricium effectus æstimandus est, quarum actio conjuncta, & si-

& simultanea motum in eodem corpore parit, aut parere nititur. Motus hic, effectus unicus plurium potentiarum magis, minusve oppositarum, aut conspirantium, fieri potest aut per *lineam rectam*, aut per *curvam*: duplici hoc modo sequentibus duobus paragraphis considerabitur.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

MOTUS COMPOSITUS RECTILINEUS.

CANON I.

344. *Quum corpus mobile trahitur directionibus e diametro oppositis a duabus potentiis constantibus, quarum directiones lineam rectam efficiunt ad centrum mobilis: corpus quiescit, si potentia aequales sint; si vero sint inaequales, movetur in directione majoris potentia juxta activitatis hujus excessum supra alteram.* (*fig.* 18.)

DEMONSTRATIO. Duos casus complectitur canon hic, alterum aequalitatis, alterum inaequalitatis inter vires motrices: hi apte sunt distinguendi.

I. Si potentiae B, & C aequales sint, earum actiones oppositae A *m*, A *n* mutuo eliduntur; ergo earum actio utrinque elisa, respectu mobilis A nulla est. Ergo mobile A, quod sese movere nequit, nec magis ad motum in B, quam in C sollicitatur, in neutram partem movebitur. Ergo inter duas potentias positum aequales, & e diametro oppositas, quiescet.

II. Si duae potentiae B, & C sunt inaequales, mobile A aeque de se ad quietem, & ad motum indifferens necessario illi potentiae cedere debet, a qua violentius trahitur; at validiori potentiae cedere non debet, nisi in ratione

excessus activitatis, qua hæc alteri præstat; minor enim potentia B totam suam activitatem servat, eamque exercet in elidenda in majori potentia C D quantitatem vis suæ æqualem. Ergo in majori potentia pars activitatis minori potentiæ opposita respectu mobilis A veluti nulla est; ergo hoc versus majorem potentiam CD non procedet, nisi ex vis D excessu, quam hæc habet supra potentiam oppositam. Ergo si duæ potentiæ oppositæ inter se sint ut 3 ad 2, exempli gratia; mobile victrici potentiæ non cedet, nisi quasi hæc solitaria agens, & sine obstaculis vim tantum haberet ut 1. Q. E. D.

CANON II.

345. *Si mobile a duabus potentiis constantibus trahatur, quarum directiones ad centrum ejus angulum quemcumque efficiant; illud ex duplici impulsione percurret diagonalem parallelogrammi constructi in directione, & in ratione potentiarum conspirantium.* (*Fig.* 20, 21, 22.)

EXPLICATIO. *Parallelogrammum* est figura constans quatuor rectis, cujus anguli æquales sunt & latera opposita sunt æqualia. *Directio potentiarum* est linea, qua quælibet potentia seorsim mobile promovere nititur. Parallelogrammum constructum in duarum potentiarum directione, & ratione illud est, cujus latera a centro mobilis ducta concurrunt cum directione duarum potentiarum, & sunt inter se longitudine, ut inter se sunt potentiæ activitate. Recta A D ab angulo ad angulum oppositum ducta est *diagonalis*, quam centrum mobilis describere debet in motu suo a conjuncta, & simultanea duarum potentiarum conspirantium B, & C actione producto.

DEMONSTRATIO I. Ponamus, dato tempore, puta minuto secundo, mobile A a vi A B transferri debere in B, si ageret solitaria, &

in

in C a vi A C, si ageret solitaria: hoc minutum secundum in quatuor æqualia tempuscula partiamur. (*Fig.* 20.)

I. Si mobile A a sola potentia A B promoveretur, post primum tempus quartam partem percurrisset lineæ A B, & inveniretur in puncto *m*: attigisset lineam *m v* lineæ A C parallelam. Si mobile a sola vi A C promoveretur, post primum tempus percurrisset quartam partem lineæ A C, & inveniretur in puncto *r*: attigisset lineam *r v* lineæ AB parallelam.

II. Quum harum potentiarum directiones non sint inter se e diametro oppositæ, & mobile possit simul accedere ad ambas lineas *m v*, *r v*; post primum tempus, quum successive ambabus potentiis obtemperaverit, invenietur in *v*.

III. Eadem theoria tribus sequentibus tempusculis mobile A semper obtemperans conjunctæ, & simultaneæ ambarum virium illud promoventium actioni, invenietur in *x* post alterum tempus; in *y* post tertium; in D post quartum, sive elapso minuto secundo.

IV. Eadem quoque theoria, omnibus instantibus hisce quatuor tempusculis intermediis mobile, seu potius e'us centrum invenietur quoque successive in aliquo puncto correspondente lineæ A D: ergo hoc mobile ex ambarum virium A B, & A C impulsu uno minuto secundo percurrerit lineam A D. Atqui linea A D est diagonalis parallelogrammi constructi in directione, & ratione duarum potentiarum conspirantium; ergo mobile ex duplici impulsu duarum potentiarum constantium, & conspirantium percurrit diagonalem parallelogrammi constructi in directione, & ratione potentiarum, a quibus promovetur. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. Si mallei duo M, & N a fixis elasteriis impulsi inæquali vi eodem instante pilam buxeam, aut eburneam percutiunt plano horizontali impositam; pila hæc

A percurret lineam AD, quæ erit diagonalis parallelogrammi constructi in directione, & ratione duarum impulsionum AB, & AC. Si perseverante eadem impulsione AC illi jungatur impulsio AG debilior quam AB; pila A percurrit lineam AH, quæ est diagonalis novi parallelogrammi constructi in directione, & ratione duarum impulsionum AC, & AG: ergo theoria, & experientia simul veritatem canonis hujus comprobant. Q.E.D.

COROLLARIA.

346. COROLLARIUM I. *Diagonalis parallelogrammi constructi in directione, & ratione duarum potentiarum conspirantium exprimit & quantitatem earum actionis, & effectus.*

EXPLICATIO. I. Diagonalis earum effectus quantitatem exprimit: exprimit enim velocitatem mobili impressam, quæ est ut spatium dato tempore percursum; adeoque ut longitudo diagonalis, quam mobile dato tempore percurrit.

II. Diagonalis exprimit quantitatem earum actionis conjunctæ in mobile; quoniam effectus est semper causæ illum producenti proportionalis; & longitudo diagonalis exprimit effectum communem duarum potentiarum, seu velocitatem, & motum, quem simul mobili communicant.

347. NOTA. Velocitas motus compositi minor est summa duarum velocitatum, a quibus producitur: diagonalis enim AD, quæ velocitatem exprimit motus compositi, minor est duobus lateribus AB, & AC, quæ duarum virium motricium velocitates exprimunt. Ratio hujus est, quia duæ velocitates AB, & AC, quas mobili communicare nituntur duæ vires motrices, directiones habent, quæ simul esse nequeunt, & magis minusque sibi mutuo resistunt pro oppositionis ratione; debent igitur minorem me-

mobili velocitatem communicare, quam si simul eadem directione illud impellerent. (*Fig.* 20, 21, 22.)

I. Quo minor est angulus directionis, eo major est communis duarum potentiarum effectus: earum enim directiones tanto minus sunt oppositæ, tantoque minus sibi resistunt, quanto magis ab una eademque directione sunt remotæ.

II. Quo major est angulus directionis, eo minor est communis duarum potentiarum effectus: earum enim impulsus eo magis sunt oppositi, sibique eo magis invicem obsistunt, quo magis ab una eademque directione sunt remoti.

348. COROLLARIUM II. Quum duarum potentiarum conspirantium directiones angulum rectum efficiunt ad centrum mobilis; earum quælibet in mobile exercetur perinde quasi ab alia libera esset: quælibet potentia suum ipsum effectum obtinet nullo neque augmento, neque decremento. (*Fig.* 22.)

EXPLICATIO. Sit mobile A motum impulsu horizontali, qui nitatur illud deferre in B uno minuto secundo, & impulsu verticali, qui illud nitatur in C eodem tempore deferre.

I. Potentia horizontaliter agens nititur uno secundo transferre mobile in B; sive facere, ut mobile hoc percurrat uno secundo spatium horizontale ipsi AB æquale; id ipsum tamen illi est, sive mobile dato tempore perveniat in B, sive in D, aut in aliud quodvis punctum lineæ BD.

II. Potentia verticaliter agens, quam hic constantem considerabimus, nititur uno secundo deferre mobile ad distantiam ipsi AC æqualem; & hæc distantia a summo deorsum ubique invenitur in linea CD.

Quare quum utraque potentia simul agit in mobile, quod deferunt per diagonalem AD, utra-

utraque plenum effectum sortitur nullo incremento, aut decremento, ac si mobile utrinque liberum esset: in singularum effectu sibi invicem neque obsunt, neque favent.

349. COROLLARIUM III. *Non ita est, quum potentiarum angulus obtusus est, aut acutus: alterutrius effectus in primo casu minuitur, in altero augetur.* (*Fig.* 21, 23.)

EXPLICATIO. I. Si potentia A B horizontalis, & potentia A C horizonti obliqua agant in mobile A sub angulo obtuso B A C; mobile percurrit diagonalem A D: effectus potentiæ horizontalis minuitur quantitate B *m*; quæ imminutio tanto major erit, quanto magis obtusus erit angulus directionis.

II. Si potentia horizontalis A R, & potentia horizonti obliqua A T agant in mobile A angulum acutum R A T inter se efficientes; mobile percurrit diagonalem A S: effectus potentiæ horizontalis augetur quantitate R *m*; & hoc augmentum tanto majus erit, quanto angulus directionis erit magis acutus. (347.)

350. APPLICATIO. Facile est ex hac theoria motus compositi innumera problemata solvere, quæ proponi possunt. Exempli causa. (*Fig.* 31.)

Quam semitam sequi debet cymba A oblique adverso flumine tracta a duabus potentiis conspirantibus m, *&* n *ex utroque litore?* Pergere debet medio flumine, si vires æquales sint: hæc enim directio A B est diagonalis innumerorum parallelogrammorum quovis momento constructorum in directione, & ratione duarum virium in cymbam A agentium.

II. *Quam semitam sequi debet nucleus cerasi exiliens e digitis illum oblique utrinque comprimentibus?* Præscindendo a gravitate, quæ illi motum acceleratum imprimit ad centrum terræ, percurrere debet lineam, quæ esset diagonalis parallelogrammi constructi in directione, & ra-

& ratione duarum virium, aut pressionum, a quibus impellitur.

III. Si supponamus, equitem citato cursu procedentem motu procedere semper æquali in directum, fistula bellica instructum, quam semper horizonti perpendicularem tenet; *quo caderet glans plumbea a fistula explosa?* In ipsum fistulæ orificium; si casus iste in praxim adduci posset. (*Fig.* 32.)

Ratio est, quia glans F e fistula erumpens duos habet diversos motus: alterum verticalem F*e* ex pulveris pyrii impulsu, horizontalem alterum, qui est ipse equitis motus. Quare glans F ex motu verticali aliquo tempore perseverante, & ex motu horizontali constante attolli debet, & deinde descendere juxta diagonales FE, ED, DC, CB, BA, AS, ST, TV, VY, YZ, seriei parallelogrammorum in directione, & ratione virium impellentium verticalis, & horizontalis constructorum. Quum glans erit in E, fistula verticalis erit in F; quum glans erit in A, fistula erit in P; quum glans erit in V, fistula erit in K; atque ita porro. Quum glans ad maximam elevationem pervenerit, jam totum motum verticalem ascensus amisit; tunc vero gravitas illi alium verticalem motum imprimit ad descensum, qui motui horizontali constanti conjunctus illam ad fistulæ orificium in Z reducit. Semita ab hac glande descripta parabola est, de qua alibi; quæ tamen a motu composito, de quo hic sermo, progignitur.

IV. Sæpissime motus hic duplex attendendus est, qui magis minusque in motus, quos a mobili expectamus, influit. Exempli causa, corpus e curru, aut e cymba velociter procedentibus projectum non eadem directione pergit, qua pergeret, si currus, aut cymba quiescerent: corpus enim & motum habet manus projicientis,

tis, & motum currus, aut cymbæ, ex qua proijcitur: sequitur ergo diagonalem parallelogrammi constructi in directione, & ratione duarum causarum, a quibus movetur.

DE COMPOSITIO VIRIUM.

351. OBSERVATIO. Vidimus, vires duas in idem mobile diversis directionibus agentes minorem effectum, seu motum parere, quam si eadem directione agerent: summam utriusque vis solitariæ esse ut duo latera parallelogrammi, & eorum actionem conjunctam ut diagonalem ejusdem parallelogrammi. (347.)

Constat etiam experientia, eandem vim, quæ directe, & perpendiculariter agit in mobile, majorem impulsum illi imprimere, quam quum oblique agit. Exempli causa, globus bellicus perpendiculariter murum feriens majorem effectum parit, quam quum impingit oblique: primo casu tota ejus vis in murum exercetur; altero, pars ejus vis in murum actione, & effectu caret.

Modo, & duarum virium in idem mobile actio conjuncta, & ejusdem vis in resistentiam actio obliqua pensanda est. Hoc duobus sequentibus problematis exequemur.

PROBLEMA I.

352. *Data velocitate mobili impressa ex conjuncta duarum potentiarum actione, & angulo, quem cujusque potentia directio efficit cum mobilis directione, & summam communem duarum virium motricium, & solitariam cujusque vis motricis summam determinare.* (*Fig.* 20, 21, 22.)

EXPLICATIO. I. Ex quovis puncto A duc lineam indefinitam A B, & aliam indefinitam A C, quæ inter se angulum efficiant duorum datorum angulorum summæ æqualem.

II. Ex

II. Ex hoc angulo B A C ſume partem BAD æqualem angulo, quem efficit directio potentiæ A B cum directione mobilis; & duc indefinitam A D: Angulus B A C diviſus erit in duos angulos, qui duobus angulis datis reſpective æquales erunt, & duobus angulis, quos efficiunt directio mobilis, & directio virium, a quibus impellitur:

III. Ponamus modo, velocitatem mobili impreſſam ex duarum virium conſpirantium actione conjuncta, quæ eſt velocitas data, eſſe ut 30. In linea in æquales partes accurate diviſa cape circino triginta partium intervallum; & a puncto A transfer hoc intervallum in lineam indefinitam A D. Poſito uno circini crure in A, cadet alterum in D; & linea A D triginta partibus æqualis erit. (*Math.* 411.)

IV. Ex puncto D duc lineam D B lineæ A C parallelam, & aliam D C lineæ A B parallelam: habebis parallelogrammum ABCD, cujus A D diagonalis erit. His poſitis facile eſt utramque problematis partem ſolvere.

SOLUTIO I. Notum eſt, velocitatem motus compoſiti eſſe ad ſummam duarum velocitatum, a quibus oritur, ut diagonalis eſt ad ſummam duorum laterum. Cape igitur circino lateris AB longitudinem, & eam transfer in eandem lineam in partes æquales diviſam, unde diagonalis A D longitudinem cœpiſti; idem fac in latere A C: habebis in partibus notis duorum laterum A B, & A C longitudinem; adeoque & vires duas motrices A B, & A C ab his lateribus expreſſas. Exempli cauſa, poſita diagonali partium triginta, ponamus latus A B eſſe partium 25, & latus A C 18: ſumma duarum velocitatum motricium erit $25+18=43$. Quum in caſu mobile 30 tantum velocitatis gradus habeat, erunt velocitatis, ſeu vis eliſæ gradus 13 ex duarum directionum oppoſitione.

SOLUTIO II. Quum duo latera A B, & AC

duas

duas velocitates exprimant; quas mobili communicarent vires duæ motrices, si in ipsum seorsim agerent; duo hæc latera nota & duas has vires, & earum rationem exprimunt: in allato exemplo vis A B est ad vim A C, ut 25 ad 18; & duæ vires sunt decompositæ. Hæc celebris de virium conjunctarum decompositione problematis solutio est.

353. NOTA. Si duæ vires motrices A B, & A C motus summam habentes ut 43, mobili A motum ingerunt, seu nisum ad motum ut 30; vis ut 30, quæ directe in mobile ageret directione D A illud in quiete detineret, & duabus potentiis A B, & A C æquilibraretur; vis enim directa D A æqualis 30 tantam actionem haberet in mobile, quantam habent duæ vires conspirantes A B, & A C, quarum actio ex directionum oppositione ex parte eliditur.

PROBLEMA II.

354. *Vis oblique agentis actionem æstimare, seu vim obliquam decomponere.* (*fig.* 22.)

SOLUTIO. Ponamus mobile A ex duorum malleorum M, & N impulsu moveri gradibus 20 velocitatis in C D, quod tamquam planum solidum considerabimus.

I. Evidens est, mobile A non tendere, ut incurrat in planum C D ex impulsu A B illi indito a malleo M; hic enim impulsus A B mobile in planum C D non propellit; ergo pars vis motricis, quam mobile A accipit a malleo M, respectu plani C D nulla est.

II. Evidens est, mobile A ex impulsu A C indito a malleo N niti incurrere in planum C D; ergo pars vis motricis, quam mobile A obtinet a malleo N, sola actionem suam habet in planum C D.

III. Tota vis mobilis A a duabus viribus conspirantibus A B, A C effecta debet ergo considerari

ſiderari reſpectu plani, in quod incurrit, quaſi diviſa eſſet, & decompoſita in vires duas A B, & A C, alteram plano parallelam, alteram perpendicularem; prima A B in planum non agit, altera A C ſola in planum actionem ſuam exercet.

IV. Hinc ſequitur, ad vim obliquam decomponendam ſatis eſſe ſi ante punctum D, in quo mobile planum attingere debet, rectangulum quodvis concipiatur, cujus diagonalis ſit directio mobilis, & cujus latus unum ſit illud planum. In vi totali mobilis, quæcumque ejus velocitas, & maſſa ſit, pars incurrens ad partem non incurrentem eſt, ut latus A C plano percuſſo perpendiculare ad latus A B eidem plano parallelum. Exempli cauſa, ſi latus perpendiculare lateri parallelo æquale ſit, vis mobilis dividi debet in duas partes æquales, quarum una tantum in planum incurrat. Si latus perpendiculare A C ſit duplo minus parallelo A B; vis motrix mobilis in tres partes dividi debet, quarum una tantum in planum incurrat. Atque ita de ceteris.

V. Evidens eſt, ſi vis obliqua A D non a duabus impulſionibus, ſed a duabus attractionibus A B, A C procederet, eandem haberi decompoſitionem; & in vi totali A D partem trahentem in B, ut latus A C ad latus A B.

355. NOTA. Ad percuſſionem idem eſt ſive vis motrix mobilis ab unica, ſive a pluribus viribus conſpirantibus producatur. Vis hæc motrix mobilis in planum incurrentis eadem ſemper natura eſt, quæcumque ejus origo, & cauſa ſit. In ordine ad terminum conſiderata, ubi effectum ſuum exerit, eodem modo in duas actiones decomponi debet, alteram plano parallelam, alteram perpendicularem.

Vis obliqua A B (*fig.* 24.) conſiderari poteſt ut infinitis minimis gradibus compoſita aliis plano G H parallelis, aliis perpendicularibus. Vis

hæc

hæc obliqua in partes parallelas, & in perpendiculares divisa erit vis decomposita in suas duas actiones *a g n*, quarum altera respectu plani nulla est, altera efficax.

356. COROLLARIUM. *Vis impellens corpus in planum maxima est quum in planum fertur perpendiculariter; quum vero obliqua est, tunc decrescit in ratione sinuum incidentiæ.* (*fig.* 30.)

EXPLICATIO. I. Vis impellens corpus P tota in planum G H agit, quum hoc planum urget perpendiculariter: tunc ejus actio non decomponitur in duas quarum altera effectu careat. Actio hæc totalis, tota activa in planum repræsentatur a radio P B, qui est sinus anguli recti. (*Math.* 634.)

II. Quum hæc eadem vis impellens sit obliqua ad planum, ejus actio totalis A B in duas decomponitur, alteram plano A B parallelam, & effectu carentem, alteram illi perpendicularem, & solam activam. Tunc quum actio totalis mobilis repræsentetur per A B = P B, pars hujus totalis actionis impellens repræsentabitur a perpendiculari A M, quæ est sinus anguli incidentiæ A B G.

III. Si hæc eadem vis impellens adhuc magis obliqua fiat, ita ut agat directione S B, adhuc decomponitur in actiones duas, alteram S T plano parallelam, & in percussione nullam, alteram S V plano perpendicularem, & unicam in percussione activam. Tunc vis totalis pars impellens est ut perpendicularis S V, quæ est sinus anguli incidentiæ S B H; atque ita de reliquis. Ergo vis corporis impellens si fiat plano percusso obliqua, decrescit in ratione sinuum angulorum incidentiæ.

357. NOTA. Si mobile P non jam in planum, sed in corpus superficie curva incurrat, puta in globum B X; directio P B corporis percutientis est corpori percusso perpendicularis, cum per hujus centrum X transit. Tunc vis impel-

pellens non decomponitur, sed tota in globum B exercetur. At si directio A B, aut S B corporis percutientis extra globi centrum transeat, tunc est obliqua; & hæc obliquitas mensuram habet angulos A B G, vel S BH, quos efficit directio corporis percutientis cum tangente GH ad punctum contractus ducta. Tunc vis impellens corporis percutientis in duas decomponitur, quarum altera nulla est, altera percussionem efficit; quasi punctum contactus esset planum G H; & theoria hactenus tradita tum in problemate, tum in corollario eadem est pro corporibus tum superficie plana, tum curva.

§. II.

MOTUS COMPOSITUS CURVILINEUS.

358. OBSERVATIO. Omnis motus compositus non est curvilineus; datur enim motus compositus in lineam rectam, ille scilicet, cujus theoriam tradidimus. At omnis motus curvilineus necessario compositus est; omnis enim motus lineam rectam affectat (308); neque per curvam fieri potest, nisi ex duarum conjunctarum, & simultanearum virium influxu, quarum altera illum quovis instanti per rectam efficit, altera illum quovis instanti a recta distrahit.

Harum virium altera perpetuo nititur mobile removere a centro sui motus, altera illud perpetuo ad centrum motus trahere: harum virium conjunctio curvæ a mobile descriptæ naturam determinat.

359. DEFINITIO I. *Centrum motus* dicitur punctum commune, ad quod virium altera mobile trahere nititur, & a quo altera illud nititur removere. In motu circulari centrum motus est ipsum centrum circuli: in motu ellipti-

co

co centrum motus est unus ex foris F ellipseos, quæ circuli species quædam est, cujus centrum C indefinite distractum fuit in F, & G, unam curvæ partem elongando, alteram comprimendo. (*fig.* 28.)

360. DEFINITIO II. Tres in motu curvilineo vires sunt considerandæ: centripeta, projectilis, & centrifuga.

I. *Vis centripeta* dicitur, quæ mobile trahere nititur ad centrum motus. Vis *a c*, quæ nititur trahere mobile per radium ad centrum C, est hujus mobilis vis centripeta.

II. *Vis projectilis*, seu tangentialis ea dicitur, quæ mobile per curvæ tangentem deferre nititur. Vis *a b* est mobilis vis projectilis.

III. Nequit mobile elabi per tangentem curvæ, quin a centro sui motus recedat; ergo vis projectilis illi necessario *vim centrifugam* indit, seu vim, qua perpetuo tendit a centro C sui motus recedere. Vis hæc centrifuga orta a vi projectili semper hac minor est; *b d* siquidem, quæ vim centrifugam exprimit, necessario minor est *a b*, quæ vim projectilem refert.

Vis centrifuga semper vi centripetæ æqualis est in circulo: $b\,d = a\,c$. Non ita est in ellipsi, in qua vires hæ perpetuas mutationes subeunt, quum altera sit successive modo alteri æqualis, modo illa major, modo minor; ut alibi explicabimus.

PROPOSITIO I.

361. *Mobile, quod in linea circulari movetur, successive infinitas minimas diagonales describit ortas ab actione semper uniformi vis projectilis, & vis centripeta illud deferentium.* (*Fig.* 29.)

DEMONSTRATIO. I. Mobile in linea circulari actum necessario non uni vi obsequitur; si unam enim tantum vim experiretur, per lineam

neam rectam pergeret, non per curvam (308). Exempli causa, si mobile *a* tantum a vi *a b* ageretur, perpetuo directionem *a b* tangentis sequeretur. Si tantum a vi *a c* ageretur, perpetuo directionem *a c* radii sequeretur: Vires hæ duæ conjunctæ necessariæ sunt, & sufficiunt ad motum circularem producendum; ut ostendere pergimus, duæ hæ igitur tantum causæ habentur in motu circulari.

II. Mobile actum per lineam circularem, semper a centro sui motus æque distat: ergo duæ vires, quæ simul tendunt illud ad centrum motus trahere, & a centro motus arcere, semper eandem inter se rationem habent nec auctam, nec imminutam. Ergo harum virium directiones semper inter se angulum rectum efficiunt; si enim aut obtusum, aut acutum facerent, non eandem semper inter se rationem dicerent. (348, 349).

III. Mobile actum per lineam circularem debet itaque in quovis suæ curvæ puncto *a* considerari ut duabus viribus *a b*, *a c* obsecundans, quarum directiones per tangentem, & per radium semper angulum rectum efficiunt ad centrum mobilis; ergo ex theoria motus compositi rectilinei mobile *a* actioni virium conspirantium *a b*, & *a c* obtemperans debet tempore infinite parvo diagonalem *a d* describere infinite parvi parallelogrammi rectanguli constructi in directione, & ratione duarum virium conspirantium. Ergo mobile ad finem hujus tempusculi non erit neque in *b*, neque in *c*, sed in *d*.

IV. Quum mobile pervenit in *d* adhuc subest duabus viribus *d x*, *d e*, quæ præcedentibus respective æquales sunt; percurret ergo iterum tempore infinitesimo diagonalem *d n*. Sequentibus tempusculis percurret eodem modo, & eadem ratione diagonales *n m*, *m r*; atque ita porro per totam circuli periphæriam. Ergo mobile, quod subsit actioni semper uniformi duarum virium,

rium, projectilis scilicet, & centripetæ, infinitis infinitesimis instantibus infinitas minimas diagonales describere debet, quarum summa erit curva circularis. Q. E. D.

PROPOSITIO II.

362. *Mobile, quod in ellipsi moveatur, infinitas minimas diagonales describit effectas ab actione alternis crescente & decrescente vis projectilis, & vis centripetæ, a quibus defertur.* (*Fig.*28.)

EXPLICATIO. Nihil hic de ellipseos natura, neque de causa physica motus elliptici differentes, de quibus in geometria, & in astronomia pro dignitate agemus; hic supponemus, figuram 28 esse ellipsim, & corpus in hac curva motum in tota sua revolutione centrum motus habere F, quod punctum unus est ex focis ellipseos. (*Math.* 749, 757.)

I. In hac curva, ut in præcedente, mobile duabus viribus conspirantibus obsequitur, quæ illud simul sollicitant ad motum altera per curvæ radium, altera per tangentem. Mobile ex theoria motus compositi rectilinei debet igitur quovis infinitesimo tempusculo describere diagonales totidem infinite parvorum parallelogrammorum constructorum in directione, & ratione duarum virium motricium. Mobile itaque infinitis tempusculis infinitas minimas diagonales describet *ad*, *dn*, *nr*, *rs*, *st*, *tv*, *vx*, *xy*, *yx*, *ik*, *ko*, *og*, *ga*, quarum summa erit curva elliptica.

II. Si anguli, quos ad centrum motus efficiunt directiones virium projectilis, & centripetæ, essent semper recti, ut in circulo; mobile nunquam ad centrum motus F accederet, aut ab illo recederet; hæ vires siquidem quum non essent tunc inæqualiter conspirantes in suis directionibus ad angulum rectum, semper singulæ eandem ipsam immutatam actionis quantitatem obti-

obtinerent (348); & perpetuo mobili eandem inderent motus centripetæ, & centrifugi quantitatem, qui quum perpetuo æquales essent, & oppositi, semper mobile ad eandem a centro F sui motus distantiam detinerent.

At si virium mobile deferentium directiones modo inter se angulos rectos efficiant, modo obtusos, modo acutos; conjuncta harum virium actio semper per tangentem, & per radium agentium cum his angulis variari debet: motus mobilis major fit quum potentiarum conspirantium angulus minor est; minor, quum angulus major est (349). Atqui in motu elliptico directiones virium projectilis, & centripetæ angulos faciunt perpetuo varios: angulus *b a* F rectus est; *e d* F obtusus; omnes sequentes anguli magis magisque obtusi sunt usque ad *p x q*, qui iterum rectus est; omnes sequentes magis magisque acuti sunt donec mobile post expletam revolutionem denuo perveniat in *a*; ubi angulus rectus, ut antea, incipit. Ergo motus mobilis curvam ellipticam describentis modo augeri debet, modo minui; ergo mobile ellipsim describens infinitas minimas diagonales describit effectas ab actione alternis crescente, & decrescente virium projectilis, & centripetæ illud perpetuo sollicitantium ad motum altera per tangentem, altera per radium.

In astronomia leges peculiares explicabimus, quas vires hæ sequuntur, quas hic tantum in motus compositi effectione consideramus. Hæc theoria tenuem quandam imaginem refert motus, quo planetæ, & cometæ circa solem feruntur, qui commune suarum ellipticarum revolutionum centrum est.

ARTICULUS SEXTUS.

MOTUS ACCELERATUS.

HOc articulo theoriam motus accelerati, eamque ballisticæ applicatam pertractabimus.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

LEGES ACCELERATIONIS GRAVIUM.

363. OBSERVATIO I. Nihil in universa physica phænomeno motus gravium accelerati certius, & animadversione dignius occurrit. *Gravia*, seu corpora ponderosa ad sua centra labendo majus spatium secundo tempore percurrunt, quam primo, majus tertio, quam secundo; quod fieri nequit, quin eorum velocitas in aliqua ratione, quæ determinanda est, augeatur. Exempli causa, globus mihi ex altitudine unius pollicis in caput cadens non me lædit: si ex 30, aut 40 pollicum altitudine mihi in caput laberetur, gravem contusionem efficeret. Globi massa utrobique eadem est: attamen vis globi motrix multo major est in postremo hoc lapsu, quam in primo; ergo in postremo lapsu multo major globi velocitas esse debet, quam in primo (272): ergo necessario debet globus diversis lapsus temporibus velocitatem accelerasse. At in qua ratione velocitas hæc augetur?

Ante Galilæum philosophi plærique omnes nulla sane ratione ducti arbitrabantur, gravium libere cadentium velocitatem accelerari juxta progressionem crescentem numerorum natura-

lium

lium 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, atque ita porro; adeo ut si corpus libere cadens pluribus æqualibus temporibus primo tempore hexapedam percurrebat, altero duas, tertio tres, quarto quatuor, & sic deinceps percurrere deberet.

Galilæus re hac accurate perpensa ostendit velocitatem accelerari non juxta seriem numerorum naturalium, sed juxta numeros impares 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, & sic deinceps; adeo ut si corpus libere cadens pluribus æqualibus temporibus primo lapsus tempore hexapedam percurrit, tres percurrat altero tempore, quinque tertio, septem quarto, novem quinto, undecim sexto, & sic deinceps. Galilæi theoria de acceleratione gravium pulcherrima inter humani ingenii inventa est recensenda. Eam hoc articulo exponere, & adhibere pergimus.

364. OBSERVATIO II. Alibi ostendemus, corporum gravitatis causam unicam esse generalem gravitationis, sive attractionis legem, qua corpora omnia ad quædam centra communia tendunt. At quæcumque sit gravitationis causa, & natura, certum est, & ipsam dari, & in gravibus perpetuo agere. Ejus itaque actionis theoria ab ejus naturæ, & causæ theoria sejuncta est; hic vero de ejus actione tantum quæstio est, quæ in suis progressibus est æstimanda.

I. Observationibus constat (248), gravitatem in nostris regionibus facere, ut primo minuto secundo liberi descensus gravia percurrant ferme pedes 15 Parisienses, qui sunt ferme 16 Anglicani, seu pertica Anglicana.

II. Constat quoque observationibus (254) *gravitatem eo magis crescere, quo magis grave accedit ad centrum terræ*; atque hanc *potentiam variabilem* in eodem gravi crescere, & minui pro diversis a terræ centro distantiis in duplicata inversa harum distantiarum ratione. (1272)

III. Tandem observationibus constat, *gravi-*

tatem sensibiliter eandem esse in gravi aliquot pedes magis, minusve a terra centro distante: Exempli gratia: (*fig.* 13)

Si corpus D cum suo funiculo CD accurate æquilibratur in C cum opposita lance; hoc idem corpus ducentis, aut trecentis passibus demissum in D adhuc accurate cum ea lance æquilibrabitur. Ratio hujus est, quia corporum terrestrium gravitas crescit, & minuitur in duplicata inversa ratione distantiarum a centro terræ; & si radii terrestris quadratum compararetur ejusdem radii quadrato aucto, aut imminuto puta hexapedis centum, differentia invenietur veluti infinite minima, ut calculo apparet, si quis illum inire velit hac analogia: gravitas corporis in C est ad ejusdem gravitatem in D, ut quadratum radii terrestris in D terminati, ad quadratum ejusdem radii in C terminati. Supposita distantia CD hexapedarum 100, duorum quadratorum differentia erit tantum pars nonagesima millesima; quæ sensu percipi nequit, & veluti infinitesima est.

Quæ quum ita sint, etsi gravitas corporum sit *potentia re ipsa* variabilis, quum in multo diversis a terræ centro distantiis agit; censeri tamen debet cum Galilæo *potentia ad sensum constans, & uniformis* in diversis elevationibus, a quibus prope terræ superficiem gravium descensum nobis observare licet. Alibi ostendemus, si corpus majori ad sensum gravitate pollet ad polos, quam ad æquatorem, corpus hoc ad polos esse centro terræ propinquius saltem sex, aut septem leucas: quæ quantitas tanta est, ut sensibilem differentiam parere debeat & inter quadrata distantiarum, & inter gravitates ab his pendentes.

PROPOSITIO I.

365. *Quacumque gravitatis causa, & natura*

va sit, considerari debet ut vis mobili perpetuo inhærens, aut applicata, qua iteratis, & æqualibus impulsibus illud perpetuo sollicitat ad centrum sui motus accedere velocitate semper crescente.

DEMONSTRATIO. I. Si gravitas esset vis mobili extrinseca, quæ post impulsum illi inditum in ipsum non amplius ageret; mobile ex hoc impulsu moveretur motu uniformi, nec velocitas augeretur. Quare enim augeretur, nulla causa iterum in illud agente? At experientia constat, quovis instanti mobilis velocitatem augeri; ergo gravitas non est vis mobili extrinseca, quæ post impulsum illi inditum in illud agere cesset; ergo censeri debet causa mobili perpetuo inhærens, & applicata, quæ perpetuis impulsibus illi quovis instanti novam indit velocitatem, novum gradum nisus ad centrum sui motus.

II. Quum gravitas sit vis aut re ipsa, aut æquivalenter mobili intrinseca, & inhærens, quæcumque sit mobilis velocitas, semper æque in ipsum agit; ergo quæcumque sit mobilis velocitas in suæ gravitatis directione, aut in illi opposita, semper gravitas eodem modo in ipsum agit, & perpetuo iteratos in ipsum impulsus suos exerit.

III. Etsi numerum impulsuum gravitatis in mobile primo dato descensus tempore definire nequeamus, puta, primo minuto secundo; tamen tuto censere possumus, causam hanc constantem, & in se immutabilem mobili inhærentem, & intrinsecam eumdem secundo tempore, quem in primo, impulsuum numerum in mobile exerturam; idem dicas de tertio, de quarto tempore, & de reliquis. Ergo mobile quovis dato descensus tempore, puta, quovis secundo, a permanente gravitatis actione motus augmentum nancisci debet æquale motui primo tempore acquisito. Ergo si sola gravitas effecit, ut mobile

bile primo minuto secundo percurrat pedes 15, sola gravitas, quavis alia causa præcisa, efficere debet, ut idem mobile quovis sequente minuto secundo alos 15 pedes percurrat: ergo mobile ad centrum sui motus accedere debet velocitate semper crescente toto tempore liberi descensus quum nihil resistit, ut in perfecto vacuo. Q. E. D.

PROPOSITIO II.

366. *Gravia in libero descensu motum accelerant juxta crescentem numerorum imparium progressionem.* (*fig.* 27.)

PROBATIO AB EXPERIENTIA DESUMPTA.

DEMONSTRATIO I. Sit satis longum filum metallicum ABCD, tensum directione horizonti obliqua, per quod mobile M gravitate sua descendere nititur volvente trochlea. Sit quoque pendulum P huic experimento accommodatum ita, ut filum X, quo mobile labi paratum detinetur, pendulum quoque oscillare paratum detineat. Reciso filo in X, eodem instanti pendulum oscillare incipiat, & mobile descendere. Accurate observandum est quodvis fili metallici punctum, ad quod post quamvis isochronam vibrationem mobile pervenerit.

Videbimus, post primam vibrationem mobile M percurrisse spatium ut 1, & fore in A; post alteram vibrationem percurrisse novum spatium triplo majus primo, & fore in B; post tertiam percurrisse novum spatium quintuplo m jus primo, & fore in C; post quartam novum spatium percurrisse septuplo majus & fore in D.

Patet, mobilis hujus, ut cujusque illi suffecti motum acceleratum esse ab actione gravitatis, quæ in obliquo descensu agit æque, ac in perpendiculari; hoc unico discrimine, quod in de-

descensu obliquo per filum metallicum perpetuo gravitati resistens hujus vis actio ex parte eliditur, adeoque quovis æquali tempore efficit, ut mobile spatium percurrat proportionaliter minus, quam spatium esset in perpendiculari descensu percursum, in quo gravitas totam actionem suam in mobile exerceret.

Spatia ex gravitate temporibus æqualibus percursa crescunt juxta numeros 1, 3, 5, 7; ergo gravia in libero descensu motum accelerant juxta crescentem numerorum imparium progressionem. Q. E. D.

PROBATIO A RATIONE DUCTA.

DEMONSTRATIO II. Gravia in libero descensu ad sui motus centrum accedunt ex sua gravitate; *ergo descendunt velocitate juxta numeros impares accelerata*. Hoc est demonstrandum; & hoc nos ex theoria Galilæi demonstrabimus sine calculo infinitesimorum, qui plærisque lectoribus ignotus esset. (*fig.* 27)

PRÆPARATIO. Sit triangulum quodvis rectangulum ABC, quod in infinitum AHM augeri potest. Exprimat latus AB minutum unum secundum in 1000 æqualia instantia divisum, quæ nos ut tempora infinite parva considerabimus. Triangulum hoc ABC concipiamus obtectum totidem lineis basi AB parallelis, quot æqualia instantia habet minutum secundum; ita ut lineæ hæ 1000 successive crescant juxta numeros 0, 1, 2, 3, 4, 5..., 999, 1000. Quum gravitas sit vis constans, & uniformis aut re ipsa, aut æquivalenter mobili inhærens, & intrinseca (365); Mobile quovis instante æquali ex millibus quodvis minutum secundum componentibus eundem impulsum, aut eandem impulsuum summam subire debet ex gravitatis actione; erit ergo eadem actio gravitatis in mobile quovis instante seorsim sumpto. His positis

accumulatam gravitatis actionem in mobile perpendamus, & persequamur plurimis minutis secundi liberi descensus, præcisa omnino quavis medii resistentia.

PRIMUM MINUTUM SECUNDUM. In instante mobilis lapsum immediate præcedente, seu in postremo quietis instante, velocitas mobilis est $=0$.

Primo lapsus instante gravitas in mobile agere incipiens illi velocitatem communicat quamcumque $=1$, quæ a prima linea $=1$ exprimetur.

Si ad finem hujus instantis gravitas auferretur ne amplius in grave ageret, mobile moveri pergeret altero instante velocitate 1 a gravitatis actione primo descensus instante acquisita: At gravitas perseverat, & agit in mobile hoc altero instante, ut in primo; ergo gravitas hoc altero instante novam velocitatem mobili tribuet primæ æqualem; ergo ad finem hujus alterius instantis mobile habebit velocitatem ut 1 ex motu in primo descensus instante acquisito; & novam velocitatem ut 1 ex actione gravitatis in illud in altero descensus instante. Velocitas hæc a mobili ad finem alterius temporis acquisita exprimetur in triangulo linea $=2$.

Si ad finem alterius hujus instantis gravitas auferretur, ne amplius ageret in mobile; hoc ex adepta velocitate ex præviis impulsibus gravitatis modo sublatæ moveri pergeret uniformiter eadem directione velocitate $=2$, cui nihil obstat. At gravitas perseverat, & in mobile agit tertio instante, ut primo, & altero egit. Ergo ad finem tertii hujus instantis mobile habebit velocitatem $=2$ ex motu, quem ad finem secundi instantis habebat, & novam velocitatem $=1$ ex actione gravitatis tertio hoc instante. Summa 3 harum mobilis velocitatum ad finem tertii instantis in triangulo exprimetur a tertia linea $=3$.

Idem ratiocinium omnibus sequentibus ad ipsum

simil-

millesimum usque adhiberi potest, quo primum minutum secundum descensus mobilis expletur Quare ad finem primi minuti secundi mobile summam velocitatum crescentem adeptum fuerit, quæ exprimetur 1000 lineis trianguli ABC seu summa numerorum naturalium 1, 2, 3, 4, 5, 6 .... 999, 1000.

Hinc sequitur, tempore infinitesimo liberi descensus gravis velocitatem accelerari tantum juxta seriem crescentem numerorum naturalium 0, 1, 2, 3, 4, 5, atque ita porro in infinitum. Facile ostendetur hanc accelerationem juxta numeros naturales tempore infinite parvo accelerationem efficere juxta seriem numerorum imparium tempore infinite majori, cujusmodi sunt minuta, aut minuta secunda.

ALTERUM MINUTUM SECUNDUM.

Alterum hoc minutum secundum mente, ut primum, in 1000 æqualia instantia dividamus, quæ quoque ut infinite parva considerabimus. Sicuti primum minutum secundum expressum fuit linea AB, alterum hoc secundum exprimamus æquali linea BD trianguli rectanguli ADG, quod quoque lineis basi DG parallelis obtegemus.

Ad finem primi minuti secundi, seu millesimi instantis velocitas mobilis erat = 1000, & exprimebatur linea BC = 1000; si ergo gravitas mobilis auferretur per 1000 instantia, quæ hoc alterum secundum continet, mobile moveri pergens ex ultima velocitate acquisita, quam nihil tollit, percurreret 1000 instantibus hujus alterius secundi lineas 1000 lineæ BC æquales, quæ 1000 lineæ aream obtegerent rectanguli BCED, quod duplum est trianguli ABC. At gravitas perseverat, & hoc altero secundo in mobile agit, ut in primo; ergo mobile ex gravitate perpetuo in ipsum agente adhuc percurreret hoc secundo in 1000 instantia diviso linearum summam æqualem 1000 crescentibus li-

neis trianguli ABC; ac proinde æqualem linearum crescentium summæ quæ triangulum CEG = ABC obtegerent.

Quare ad finem alterius hujus secundi summa spatiorum omnium a mobili percursorum referetur a 1000 lineis, quæ rectangulum BCED obtegerent, & a 1000 lineis, quæ adjacens triangulum CEG obtegerent. Atqui summa harum linearum BCGD tripla est summæ linearum ABC; ergo velocitas mobilis hoc altero secundo tripla erit velocitatis ejusdem mobilis primo minuto secundo sui descensus; quum enim tempora sunt æqualia velocitates sunt ut spatia percursa (265); & lineæ quæ obtegerent spatium BED, BEC, CEG, evidenter triplæ sunt linearum spatium ABC obtegentium. Ergo velocitas mobilis primo minuto secundo est ad ejus velocitatem altero secundo, ut ABC ad BCGD, sive ut 1 ad 3

TERTIUM MINUTUM SECUNDUM. Hoc quoque in 1000 æqualia instantia dividamus, & illud linea DH = AB exprimamus.

Ad finem alterius minuti secundi postrema mobilis velocitas postremo instanti respondens erit DE + EG, sive 1000 + 1000; ergo si gravitas mobili auferretur toto hoc minuto secundo, mobile ex sola velocitate acquisita 1000 lineas percurreret, quæ superficiem parallelogrammi rectanguli DGKH obtegerent; hoc vero quatuor triangula continet triangulo ABC singula æqualia. At gravitas perseverat, & tertio hoc secundo agit in mobile, ut præcedente; ergo mobile ex gravitate adhuc linearum summam percurret, quæ triangulum GKM obtegeret. Ergo ad finem tertii secundi velocitas mobilis quinque triangulis in DGMH contentis expressa quintupla illius erit, quæ ad finem primi secundi habebatur, ubi a triangulo ABC exprimebatur. Velocitas igitur mobilis tribus hisce secundis, quæ perpendimus, erit ut 1, 3, 5

3, 5 ab uno ad alterum secundum crescens juxta numeros impares.

QUARTUM MINUTUM SECUNDUM. Eadem theoria demonstrabimus, quovis sequenti secundo mobilis velocitatem juxta assignatam seriem augeri debere. Si enim in infinitum producantur trianguli latera A B, A G, intelligemus ad finem cujusque secundi parallelogramma, quæ ex velocitatibus postremo acquisitis describentur, BC, D G, H M, fore inter se ut 2, 4, 6, atque ita porro; & gravitatem perpetuo permanentem, & agentem in mobile debere ad finem cujusque secundi auxisse parallelogrammum sibi respondens quantitate primo triangulo A B C, æquali; ergo ad finem cujusque secundi velocitates totales cuique secundo respondentes erunt inter se ut series numerorum imparium 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, & reliquorum. Ergo motus gravium, præcisa medii resistentia, crescere debet juxta numeros impares. Q. E. D.

OBJECTIONES SOLVENDÆ.

367. OBJECTIO I. Certum non est, gravitatem esse vim mobili intrinsecam, & inhærentem; gravitatis enim causa esse potest externus materiæ a corpore gravitante distinctæ impulsus; ergo theoria a nobis statuta, quæ gravitatem mobili intrinsecam, & inhærentem supponit, hypothesi incertæ innititur.

RESPONSIO. I. Quæcumque gravitatis causa, & natura sit, experientia constat, vim hanc in mobile uniformiter, & perpetuo agere perinde ac si mobili intrinseca, & inhærens esset. Ergo vis hæc in suæ actionis theoria considerari potest veluti mobili intrinseca, & inhærens; effectus enim iidem sunt, quæcumque causæ illos producentis natura sit; ergo nostra theoria nihil de gravitatis causa incertum sup-

ponit; ab hac enim præscindit, & ejus effectus tantum attendit.

II. Alibi ostendemus gravitatis causam non esse neque materiæ æthereæ Cartesianæ impulsum, neque alius materiæ cujuscumque: gravitatem corporum esse proprietatem eorum naturæ inhærentem, & eorum substantiæ adnexam ex generali attractionis lege omnia corpora invicem accedere sollicitantis. Ergo quum gravitatem tamquam vim consideramus aut re ipsa, aut æquivalenter mobili intrinsecam nihil incertum supponimus, neque labili fundamento quidpiam adstruimus.

368. OBJECTIO II. Ex nostra theoria motus mobilis acceleratus tempore, quod ut infinitesimum consideratur, crescit juxta numeros naturales 1, 2, 3, 4, 5, 6 singulis instantibus; quare ergo motus hic crescet omnino diversa progressione 1, 3, 5, 7, 9 ab uno ad aliud secundum, aut minutum?

RESPONSIO. Gravitas vis est perpetuo permanens, & agens, cujus impulsus in mobile perpetuo iterantur; ergo effectus perpetuo ab uno infinitesimo instante ad aliud crescere pergit. Ut ergo totalis ejus actio æstimetur omnes hos successivos impulsus considerare oportet, qui quovis instanti velocitatem accelerant; & ut hi considerentur tempus in tam minima instantia est dividendum, ut impulsus gravitatis tanquam unicus in quovis solitario instante censeri possit. Hac ratione mille unius secundi instantia consideravimus tanquam instantia adeo brevia, ut velocitas cuivis solitario instanti respondens sit tantum velocitas postremi instantis præcedentis aucta velocitate producta ex unico impulsu in instante actuali.

Ergo duplex in hac theoria habetur calculus velocitatis acceleratæ. Alter augmentum respicit velocitatis quovis instante infinite parvo expressum lineis juxta seriem numerorum natura-

lium

stium crescentibus. Alter respicit augmentum velocitatis in magna instantium infinite parvorum summa, quod exprimitur superficiebus ABC, BCGD, DGMH, juxta seriem numerorum imparium evidenter crescentibus.

Quum velocitatis augmentum æstimatur juxta seriem numerorum naturalium temporibus infinite parvis, sumitur integra omnium augmentorum summa; & calculus recte procedit. At si eodem modo æstimaretur velocitatis augmentum temporibus multo diuturnis, puta, minutis secundis, non sumeretur velocitatis augmentum, quod quovis instante obtinetur tempore cujusque secundi; & calculus fallax esset. Quare necessario diverso modo velocitas æstimari debet temporibus infinite parvis, & temporibus finitis.

369. OBJECTIO III. Ex tradita theoria velocitas quovis secundo non augetur nisi juxta numeros naturales; ad finem enim trium consequentium secundorum velocitates acquisitæ sunt ut lineæ BC, DG, HM, quæ inter se sunt ut 1, 2, 3.

RESPONSIO. Linea BC non exprimit totam primi minuti secundi velocitatem; hæc enim exprimitur lineis omnibus parallelis trianguli ABC. Pari modo linea DG non totam alterius secundi velocitatem exprimit; hæc siquidem exprimitur lineis omnibus trapezium BCGD constituentibus.

Postrema velocitates temporum infinite parvorum, quæ quodvis secundum explent, inter se crescunt ut numeri naturales; at *summa velocitatum* cujusque secundi ab uno ad aliud secundum crescit juxta numeros impares.

370. OBJECTIO IV. Plures illustres physici magna experimenta fecerunt de motu corporum accelerato illa a diversis altitudinibus demittentes, & spatia percursa comparantes numero secundorum in iis percurrendis impensorum; nunquam

quam tamen experimenta theoriæ Galilæanæ consenserunt. Ergo theoria hæc experientiæ non consentanea reiicienda est.

RESPONSIO. Experimenta a præclarissimis physicis peracta de motu corporum accelerato optime theoriæ Galilæanæ consentiunt, quum tempora descensus brevia sunt, & spatia exigua. Hoc probat, si in majoribus experimentis, quum corpora ex magnis altitudinibus labuntur, spatia minora re ipsa sunt, quam ex Galilæana theoria esse deberent, defectum hunc medii resistentiæ esse tribuendum, quæ quum crescat in duplicata velocitatum ratione, multo magna esse debet, quum admodum aucta est velocitas. At vero theoria Galilæana ab hac resistentia præscindit; respicit enim corpora libere descendentia, sive quæ in medio nihil resistente, in puro vacuo descendunt.

COROLLARIA.

371. COROLLARIUM I. *Quum corpus sibi relictum pluribus temporibus æqualibus libere cadit, puta, pluribus minutis secundis; spatia a corpore percursa post quodvis tempus sunt ut quadrata temporum.*

DEMONSTRATIO. Ex theoria hactenus exposita ad finem primi temporis spatium percursum est $=1$ quadrato 1; ad finem alterius temporis spatium percursum est $=1+3=4$ quadrato 2; ad finem tertii temporis spatium percursum est $1+3+5=9$ quadrato 3; ad finem quarti temporis spatium percursum est $1+3+5+7=16$ quadrato 4: ad finem quinti temporis spatium percursum esset $1+3+5+7+9=25$ quadrato 5; atque ita pro temporibus sequentibus. Ergo quum grave pluribus temporibus æqualibus, & notis libere cadit invenitur ipsa spatiorum percursorum summa capiendo quadratum temporum in descensu elapsorum.

Exem-

Exempli causa, quum corpora primo minuto secundo liberi descensus percurrant perticam Anglicanam (364); si corpus per decem secunda descendit, quadratum 10, nempe 100, dabit altitudinem perticarum 100, a qua decem hisce secundis corpus descendit. Q. E. D.

372. NOTA. Dividendo minutum secundum in partes quatuor æquales, quæ singulæ 15 minuta tertia continebunt, inveniemus, *corpora, qua 16 pedes Anglicanos percurrunt primo minuto secundo liberi descensus, prima quarta parte percurrere pedem unum, altera quarta parte tres, tertia quinque, quarta septem*; eorum enim motus ab una ad alteram minuti secundi partem acceleratur ut ab uno secundo ad alterum, juxta numeros impartes $1+3+5+7=16$.

373. COROLLARIUM II. *Corpus a quavis altitudine libere cadens, ad finem descensus velocitatem acquisivit, quæ, si ejus directio retrograda fieret, ad eandem ipsam altitudinem ascenderet, a qua descendit.* (*fig.* 26.)

DEMONSTRATIO. Cadat corpus A tempore duorum secundorum, quæ singula adhuc in 1000 æqualia instantia dividemus, duo spatia percurret, quæ exprimentur, alterum triangulo ABD, alterum trapezio BDFC (366). Postrema hujus corporis velocitas postremo sui descensus instante erit = CF.

I. Si *postrema hæc velocitas* facta retrograda constans esset, & uno secundo, seu 1000 instantibus perseveraret; mobile retrogradum ex hac constante velocitate percurreret 1000 instantibus lineas 1000 CF æquales, seu linearum numerum, qui totum parallelogrammum FCBG obtegeret: mobile uno secundo eandem altitudinem attingeret, a qua duobus secundis elapsum est: parallelogrammum enim FCBG, quod totalem mobilis uno secundo retrogradi velocitatem exprimeret, æquale est triangulo

AFC,

AFC, quod totalem duobus secundis mobilis velocitatem exprimit.

Sed mobile retrogradum sua gravitate donatum est, a qua in ascensu ejus velocitas retardatur, ut in descensu accelerata fuit; hæc enim vis semper mobili inhærens, semper in ipsum eodem modo agere debet. Ponamus postremam ejus velocitatem C F esse = 2000: velocitas hæc retrograda in permanentem, & oppositam gravitatis actionem perpetuo colluctans decrescet juxta seriem numerorum naturalium per 1000 instantia primi minuti secundi; & erit successive 2000—1, 2000—2, 2000—3...2000—999, 2000—1000. Ergo ad finem primi secundi mobile ascendens percurrerit spatium non jam proportionale parallelogrammo CFGB, sed tantum trapezio BDFC.

II. Ad finem primi minuti secundi *postrema* mobilis ascendentis *velocitas* est BD=1000. Si hæc constans esset, & 1000 instantibus perseveraret, mobile retrogradum A hac postrema velocitate percurreret 1000 lineas æquales BD, seu linearum numerum, quæ parallelogrammum B D EA obtegerent.

At mobile retrogradum a sua gravitate perpetuo retardatur; ergo postrema ejus velocitas BD=1000 erit 1000 instantibus alterius hujus secundi 1000—1, 1000—2, 1000—3...1000—999, 1000—1000—0; adeoque quiescet. Ergo mobile ascendens percurrerit hoc altero secundo non jam spatium parallelogrammo BDEA, sed tantum triangulo ADB proportionale.

III. Facile intelliges, eandem theoriam, & demonstrationem valere, si mobile pluribus secundis descendisset. Ergo mobile ex gravitate libere cadens ad finem descensus velocitatem acquisivit, quæ retrograda illud ad eandem ipsam altitudinem eveheret, a qua descendere cœpit. Q. E. D.

374.

374. NOTA I. Mobile libere ex gravitate descendens dimidium tantum illius ſpatii percurrit, quod percurriſſet, ſi toto tempore deſcenſus eadem velocitate proceſſiſſet, quam ad finem deſcenſus obtinet; ſi enim toto eo tempore motum fuiſſet poſtrema ſua velocitate C F, percurriſſet ſpatium parallelogrammo A C F M proportionale; at non percurrit niſi ſpatium triangulo A F C proportionale, quod parallelogrammi dimidium eſt.

375. NOTA II. Si mobile perfecte elaſticum perpendiculariter cadit motu accelerato in planum perfecte durum, aut perfecte elaſticum, ex percuſſione facta vi poſtremæ velocitatis motum retrogradum obtinere debet, quo ad ipſam altitudinem, a qua deſcendit reſtituatur; reactio ſiquidem actioni æqualis, & oppoſita (327) ejus velocitatem retrogradam efficit; & poſtrema hæc velocitas facta retrograda illud ad eam elevationem, a qua deſcendere cœpit, referre debet (373).

Cadat primo hoc mobile tempore unius ſecundi: poſtrema ejus velocitas BD facta ex reactione retrograda illi percurrere faciet regrediendo triangulum B D A. Cadat deinde mobile tempore duorum ſecundorum: poſtrema ejus velocitas C F ex reactione retrograda effecta illi percurrere faciet triangulum A F C quadruplum trianguli A D B. Quare duæ velocitates B D, C F, quæ ſunt inter ſe ut 1 ad 2, duos effectus pariunt, qui inter ſe ſunt ut 1 ad 4. (*fig.* 26.).

Inde ne ſequitur diverſas ejuſdem corporis vires motrices ex quadrato velocitatis eſſe æſtimandas? hoc eſt inanem virium vivarum, & mortuarum quæſtionem recoquere, in qua re ipſa omnes tandem conſentiunt, ut alibi explicavimus (281.).

376. COROLLARIUM III. *Velocitas in mobile aſcendente minuitur, ut in deſcendente auge-*

getur, juxta seriem numerorum imparium. (*Fig.* 26.).

EXPLICATIO. Mobile ascendere incipiens velocitate CF, elapso primo minuto secundo velocitatis quantitatem amisit triangulo DFG proportionalem: post alterum secundum novam velocitatis quantitatem amisit trapezio ADGMA triplo trianguli DFG proportionalem.

Hinc sequitur, sicuti mobile in motu suo accelerato per successiva sui descensus secunda percurrit perticas Anglicanas 1, 3, 5, 7, 9; ipsum ascendere incipiens velocitate, qua 10 perticas Anglicanas uno secundo percurreret, quinque successivis secundis motus sui retardati percursurum tantum perticas 9, 7, 5, 3, 1.

377. COROLLARIUM IV. *Velocitas gravis in aere descendentis postquam aliquo tempore motum acceleravit, tandem procedit motu ad sensum aequabili.*

DEMONSTRATIO I. Experientia corollarium probat. Desagullerius coram Neutono & Hallejo ex tholo D. Pauli Londini alto pedes Anglicanos 272 globos plumbeos demisit diametro ferme duorum pollicum. Descenderunt ferme quatuor minutis secundis cum quadrante (249). Ex quo sic procedo. Si velocitas horum globorum constanter juxta legem a nobis statutam accelerata fuisset (366), eorum descensus minori tempore confectus fuisset; quum enim corpora primo minuto secundo descendentia sexdecim pedes Anglicos percurrant, hi globi quatuor secundis cum quadrante percurrere debuissent pedes 16+48+80+112+33= pedibus 289. Si ergo globi hi nullo obice motum accelerassent pedes ferme 17 ulterius percurrissent; ergo eorum velocitas crescens obstaculis imminuta, & retardata fuit; ergo eorum velocitas crescens eo pervenisset, ut obstacula illam ulterius crescere non sivissent.

II. Ratio quoque corollarium probat. Motus gra-

gravium non acceleratur nisi quia gravitas suis perpetuis impulsibus novam perpetuo velocitati acquisitæ velocitatem adiicit: ergo motus gravium non amplius accelerabitur quum effectus impulsuum ab aeris, in quo descendunt, resistentia elidetur. Atqui aeris resistentia debet tandem gravitatis impulsus elidere; gravitas enim est vis constans, quæ non augetur; at aeris resistentia est vis variabilis, quæ augetur in duplicata ratione velocitatis mobilis illum traiicientis (302); & vis constans primo major tandem fieri debet minori vi semper crescenti æqualis. Ergo mobile in aere descendens post quoddam accelerationis tempus eo devenire debet, ut ejus velocitas sit ad sensum æquabilis, seu cujus infinite parva acceleratio sit ad sensum nulla. Q. E. D.

378. PROBLEMA. *Resistentiam ab aere mobili oppositam diversis sui descensus temporibus proxime æstimare.*

SOLUTIO. Sumamus exemplo unum ex globis experimenti præcedentis, qui ablata aeris resistentia septemdecim pedes præterea percurrisset.

Ponamus hujus globi velocitatem duobus pollicibus retardari *primo minuto secundo* sui descensus. *Altero secundo* ejus velocitas triplo major resistentiam passa erit proportionalem quadrato 3, quod est 9. Retardabitur ergo velocitas mobilis bis novem pollicibus, seu 18 (302). *Tertio secundo* ejus velocitas quintuplò major resistentiam experietur æqualem quadrato 5, seu 25. Retardabitur ergo velocitas mobilis bis 25, seu 50 pollicibus. *Quarto secundo* ejus velocitas septuplo major resistentiam experietur quadrato 7, seu 49 proportionalem: retardabitur ergo velocitas mobilis pollicibus bis 49, seu 98. Quarta parte *quinti secundi* resistentia semper quadrato velocitatis novies majoris proportionalis retardationem efficiet pollicum 32.

Ho-

Horum omnium pollicum summa efficit pedes 18, qui proxime totali aeris resistentiæ mobili oppositæ æquales sunt.

Simili methodo æstimabitur resistentia, quam aer aliis mobilibus obiicit majori, aut minori velocitate donatis in libero per aerem descensu, spatium percurrendum cum minori percurso comparando. Exempli causa, si globus, de quo hactenus, retardatus fuisset pedibus 34, non tantum 17; quatuor retardationis pollices, non duo tantum primo minuto secundo tribuendi fuissent, atque ita procedendum fuisset in sequentibus secundis.

Si pollicem retardationis supponamus primo secundo, pes deest. Si primi secundi retardatio supponatur æqualis lineis undecim cum duobus tertiis partibus, 17 pedes quam proxime habebuntur.



§. II.

BALLISTICA.

379. DEFINITIO I. B*allistica* scientia est *de gravium projectione* agens, puta, globorum ignitorum, & bellicorum. Præter principia mathematica habet scientia hæc principia physica theoriæ motus compositi, & accelerati innixa.

380. DEFINITIO II. *Parabola* (*Math.* 739, 766) est curva ABCDEF a duabus viribus conspirantibus descripta, quarum una semper constans est, altera perpetuo crescit, aut decrescit juxta seriem numerorum imparium. Notio hæc pro re præsenti sufficiet. (*Fig.* 32, 33.)

I Sit linea indefinita A P ad virium conspirantium centrum directa: est hæc *axis* parabolæ. A est ejus *vertex*: H B, M C, N D sunt ejus *ordinatæ*. AH, AM, AN ejus *abscissæ*.

II. Si

II. Si ad axem AP erigantur infinitæ parallelæ inæqualiter longæ axi aut normales, aut obliquæ; ita ut harum parallelarum quadrata HB, MC, ND, quæ *ordinata* vocantur, sint inter se ut correspondentes axis sectiones AH, AM, AN, quæ vocantur *abscissæ*; curva per verticem A transiens, & per extrema B, C, D, E, F omnium ordinatarum erit parabola.

III. Facile apparet in duabus parabolis, quas exhibemus quare ordinatarum quadrata sint inter se ut correspondentes abscissæ. Siquidem:

Ordinata HB=1. Erit ejus quadratum=1.
Ordinata MC=2, Erit ejus quadratum=4.
Ordinata ND=3. Erit ejus quadratum=9.
Ordinata OE=4. Erit ejus quadratum=16.
Ordinata PF=5. Erit ejus quadratum=25.

Eandem quoque inter se abscissæ rationem dicent. Siquidem:

Abscissa AH erit	1	=1.
Abscissa AM erit	1+3	=4.
Abscissa AN erit	1+3+5	=9.
Abscissa AO erit	1+3+5+7	=16.
Abscissa AP erit	1+3+4+7+9	=25.

PROPOSITIO I.

381. *Gravia projecta directione horizonti parallela parabolam describunt.*

DEMONSTRATIO. Mobile A a tormento bellico projectum directione horizontali AR duplici motu cietur, altero *horizontali* illi a pulvere pyrio impresso, altero *centrali* a gravitate illi impresso. Hic ab aeris resistentia præscindimus, & motus hos ut in vacuo effectos consideramus.

I. Si bini motus, quibus mobile cietur, semper constantes essent, & uniformes eandem semper

per

per inter se rationem dicentes, mobile diagonalem rectilineam A X percurreret parallelogrammi constructi in directione, & ratione duarum virium A *a*, AH (345). At motus horizontalis constans est, & uniformis nec acceleratur; motus vero centralis variabilis est quovis momento acceleratus juxta numeros impares. Quare mobile duobus hisce motibus percitum, quorum ratio quovis instante mutatur diagonalem rectilineam AX non describet.

II. Ponamus, mobile A horizontaliter projectum esse directione quavis, puta, ab occasu in ortum in plano circuli per centrum terræ transeunte. Planum circuli est ejus duplex superficies plana profunditate carens. Patet, mobile posse progredi ab occasu in ortum in plano hujus circuli ex vi sua projectili; & posse deprimi in hoc ipso ~~circuli~~ plano ad terræ centrum ex sua vi centripeta; at ex hoc plano divertere non posse ad austrum, aut ad boream; mobile enim nulla vi impellitur, qua ad austrum, aut ad boream extra planum, in quo moveri cœpit, deferatur. Erit ergo directio mobilis semper in eodem plano: quare reliquum est, ut inflexiones tantum sui motus in plano, in quo moveri cœpit, persequamur.

III. Ponamus motum projectilem A*a* in linea horizontali translaturum esse mobile quovis secundo ad 4 perticas Anglicanas ab occasu in ortum: motus hic projectilis A *a*, B*b*, C*c*, D*d*, E*e* erit quovis sequenti secundo 4 Anglicanis perticis æqualis. At motus centripeta A H mobile ad centrum terræ propellens quum sit uni Anglicanæ perticæ primo minuto secundo æqualis, erit successive sequentibus secundis æqualis 3, 5, 7, 9 ... 39, 41, 43 Anglicanis perticis æqualis; & sic deinceps; si immensa esset, a qua mobile proijcitur, altitudo.

Quare mobile A *primo secundo* a vi projectili A *a* = 4, & a vi centripeta = 1 impulsum

per

percurret diagonalem parallelogrammi in direction, & ratione harum virium constructi. *Altero secundo* mobile actum vi projectili B b = 4, & centripeta = 3 percurret diagonalem BC novi parallelogrammi constructi in directione, & nova ratione harum virium. *Tertio secundo* idem mobile actum vi projectili C c = 4 & centripeta = 5 percurret diagonalem CD novi parallelogrammi constructi in harum virium directione, & nova ratione. *Quarto secundo* mobile actum vi projectili D d = 4, & centripeta = 7 percurret diagonalem DE novi parallelogrammi constructi in harum virium illud promoventium directione, & nova ratione; atque ita porro. Atqui linea ABCDEF a mobili percursa est parabola; quadrata siquidem ordinatarum HB, MC, ND, OE, PF inter se sunt ut abscissæ correspondentes. Idem dicas de ordinatis intermediis, quæ inter has ducentur. Ergo mobile per harum linearum extrema procedens parabolam describit. Q. E. D.

382. NOTA. Saxum horizontaliter e fenestra projectum, fons directione horizonti parallela erumpens eandem curvæ speciem describunt. Si in his corporibus vis projectilis centripetæ primum prævalet; hæc perpetuo crescens juxta numeros impares cito fit illi æqualis, & subinde illa major, quæ constans perseverat.

Aeris resistentia mobilis velocitatem perpetuo retardans non impedit, quominus veram parabolam describat: quum enim mobile quovis instante unicum tantum motum habeat a duabus viribus conspirantibus productum, aeris resistentia ambarum virium effectum proportionaliter minuit. Quare mobile quod in vacuo esset in C ad finem alterius minuti secundi, ex aeris resistentia erit in puncto intra B, & C; verum semper in aliqua linea parabolica BC. Idem dicas de temporibus sequentibus.

Etsi mobilis semita AB, BC, CD, DE in figu-

figura rectilinea fit, in se tamen est curvilinea; quum enim vis centripeta quovis instante major fiat, manente vi projectili constante, exiguæ harum diagonalium portiones A B, B C quovis instante inflecti debent, & ad vim curvari quæ quovis instante major fit. Si mobile non descenderet, sed ascenderet directione FEDCBA, diagonales hæ quovis instante ad vim constantem inflecterentur dum altera decrescit.

PROPOSITIO II.

383. *Gravia directione descendente ad horizontem obliqua projecta parabolam describunt*. (*fig.* 33)

DEMONSTRATIO. Sit globus A ex muri, aut rupis summitate projectum directione A Z horizonti obliqua; ita ut ex sola vi projectili progredi deberet per æquale spatium quovis minuto secundo & centrum terræ versus, & punctum horizontis versus.

Ex demonstratis præcedenti propositione mobile A a vi projectili A*a*, & a centripeta A H delatum diagonalem A B *primo minuto secundo* sui descensus describet; *Altero secundo* diagonalem B C, *tertio secundo* diagonalem C D; atque ita porro. Curva hæc, ut illa præcedentis propositionis, est parabola; ergo mobile hoc parabolam describit. Q. E. D.

PROPOSITIO III.

384. *Gravia directione supra horizontem elevata projecta duplicem parabolam describunt*. (*fig.* 32)

DEMONSTRATIO. Sit mobile F globus bellicus a puncto F directione F E projectus partim horizontali F*f*, partim verticali F*e*. Motus horizontalis F*f* constans, & uniformis perseverat; nihil enim illum auget, aut minuit. Motus verticalis F*e* perpetuo decrescit juxta nume-

numeros impares; in gravitatem enim colluctatur. (376)

I. Ponamus, mobile F ascendere incipere motu verticali apto illud ad zenith attollere perticas decem quovis secundo. *Primo secundo* attolletur perticas 10 — 1, & perget in E; *altero secundo* attolletur perticas 10 — 3, & perget in D; *tertio secundo* attolletur perticas 10 — 5, & perget in C; *quarto secundo* attolletur perticas 10 — 7, & perget in B; *quinto secundo* attolletur perticas 10 — 9, & perget in A.

Sexto secundo mobile attolli deberet perticas 10 — 11; non igitur ascendet, sed descendet perticam unam in S; deinde perticas tres in T; subinde 5, 7, 9 perticas in V, Y, Z; ut in prima ex tribus hisce propositionibus ostendimus. Duplex hæc curvatura semper, & ubique parabolica est; vis enim horizontalis semper constans, & uniformis successive mobile tranfert per infinitarum ordinatarum extrema, quarum quadrata semper inter se sunt ut abscissæ correspondentes.

II. Si mobile moveri inciperet majori, aut minori motu verticali, quam qui in illo supponitur; mobile hoc serius, aut ocius ad summam elevationem perveniret: axis AP curvæ aut propinquior, aut remotior esset a puncto projectionis F. At quadrata ordinatarum huic axi semper essent ut abscissæ correspondentes; & mobile semper a duabus viribus, quibus agitur, delatum semper & ascendens, & descendens lineam parabolicam describeret. Ergo gravia sursum projecta directione horizonti obliqua duplicem parabolam describunt. Q. E. D.

38. NOTA. Parabola curva est, quæ in se non redit, ut circulus; a suo enim vertice A semper uniformiter in infinitum a suo axe AP recedit.

In theoria jactus globorum ignitorum *amplitudo jactus*, seu *amplitudo parabolæ* dicitur linea horizontalis FPZ inter punctum projectio-

nis, & punctum lapsus mobilis intercepta.

Experientia constat, & theoria ipsa, jactus amplitudinem omnium maximam esse, posita eadem vi impellente, quum directio tormenti mobile projicientis angulum efficit cum horizonte graduum 45; & hujus amplitudinis dimidium æquale esse verticali altitudini, ad quam mobile verticaliter projectum attolleretur. Quum directio tormenti angulum majorem, aut minorem efficit, amplitudo jactus minuitur. (*Math.* 743)

PROBLEMA I.

386 *Dato tempore intercedente inter gravis projectionem, & ejus lapsum, ad quam altitudinem ascenderit determinare.* (*fig.* 32)

SOLUTIO. Sit globus bellicus sursum projectus directione horizonti perpendiculari, aut obliqua. Ab instanti eruptionis ad ejus lapsum ad horizontem intercesserint minuta secunda 20.

I. Gravia ita in ascensu retardantur, ut in descensu accelerantur (376): ergo mobile decem secunda in ascensu, & decem in descensu impenderit. Punctum, a quo descendere incipit, est maxima ejus elevatio.

II. Spatia a gravi descendente percursa sunt ut quadrata temporum (371); & gravia libere descendentia directione horizonti obliqua, aut perpendiculari ad terræ centrum ex gravitate accedunt perticam Anglicanam unam primo minuto secundo; ergo post decem secunda mobile horizonti perpendiculariter, aut oblique descendens ad centrum terræ accesserit tot Anglicanis perticis, quot quadrato $10 = 100$ exprimuntur; ergo mobile ex 100 perticarum altitudine lapsum est. Porro hæc altitudo est, ad quam ascendit. Negligitur hic aeris resistentia, quæ aliquam retardationem parit mobili, & quæ ab inventa altitudine demenda esset. Alibi ostenditur

ſtendimus qua ratione hæc reſiſtentia proxime æſtimari poſſit. (78)

III. Si ab inſtante eruptionis ad poſtremum inſtans lapſus mobilis plura, aut pauciora ſecunda enumerarentur, quam in allato exemplo; temporis dimidium a mobili in aſcenſu impenditur, alterum in deſcenſu. Sit tempus hoc æquale 15 ſecundis: mobilis lapſus effectus erit ſecundis ſeptem cum dimidio; cujus temporis quadratum eſt quærendum. Quadratum 7 auctum dimidia differentia inter quadrata 7, & 8, demtis tribus quadrantibus perticæ Anglicanæ, qui eſſent acceleratio propria ſemiſecundi ab 8 deficientis (372) altitudinem quæſitam exprimet, quæ erit $49 + 7 + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} = 56 + \frac{1}{4}$ perticis Anglicanis.

387. NOTA I. Quum dicimus, ſpatia a mobili ad finem cujuſque temporis percurſa eſſe ut quadrata temporum, loquimur dumtaxat de ſpatiis verticaliter percurſis. Mobile oblique ad horizontem deſcendens ex vi horizontali, & ex altera centrali majus ſpatium percurrit, quam ſi ex ſola gravitate perpendiculariter laberetur; duabus enim viribus conſpirantibus agitur, quarum quælibet integrum effectum ſuum parit illud ducens per diagonalem alterutro latere longiorem (348). At ſpatium verticale, de quo hic ſermo, ſemper eſt ut quadratum temporum, ſive mobile perpendiculariter, ſive oblique deſcendat a majori elevatione, ad quam a vi projectili elatum fuit.

388. NOTA II. Etſi ſpatia verticalia a gravi libere cadente percurſa ſint ad finem cujuſque temporis ut quadrata temporum; *hujus tamen gravis percuſſio fit tantum ex ultima velocitate in inſtanti percuſſionis acquiſita*; velocitates enim percuſſionem præcedentes velocitati percuſſionem efficienti extraneæ ſunt, & adiaphoræ; in quantitate igitur percuſſionis velocitates hæ non ſunt conſiderandæ. Atqui poſtremæ veloci-

tates ad finem primi, alterius, tertii secundi & sequentium non sunt ut quadrata temporum sed tantum ut tempora; lineæ siquidem B C, D G, H M (*fig.* 25), quæ trium horum secundorum postremas velocitates exprimunt, sunt inter se ut 1, 2, 3. Ergo vis grave impellens, & facto ex ejus massa in velocitatem ducta proportionalis, post quodvis æquale tempus descensus æstimari debet massam ducendo in tempora suas postremas velocitates exprimentia, quæ solæ in percussionem influunt.

PROBLEMA II.

389. *Data massa mobilis successive a diversis altitudinibus descendentis, & tempore cujusque descensus, vim percussionis in quovis descensu determinare.*

SOLUTIO. Sit mobile globus bellicus 200 pondo. Sive cadat hic perpendiculariter, sive oblique in superficiem horizontalem; in quam cadere supponimus, nihil interest; percussio enim in superficiem horizontalem non fit nisi ex motu verticali; motus vero horizontalis, si quis globo inesset, nihil in percussionem agit, de qua hic sermo (354). Plures globi hujus descensus invicem conferamus.

I. *In primo lapsu* ab eruptione a tormento ad instans usque percussionis fluant decem secunda: descensus fiet quinque secundis; & postrema velocitas percussionem efficiens, & tempori descensus proportionalis (388), erit $= 5$. Quum vis motrix sit productum ex massa in velocitatem, globi hujus percussio erit $200 \times 5 = 1000$.

II. *In altero lapsu* ab eruptione ad percussionem effluant 18 secunda; descensus fiet 9 secundis, & postrema velocitas erit $= 9$, globi hujus percussio erit $200 \times 9 = 1800$.

III. Hac methodo semper invenietur globi hujus vis motrix in quovis descensu massam in nu-

numerum secundorum descensus tempore effluxorum ducendo; hic enim numerus semper postremas mobilis velocitates exprimit.

390. NOTA. In problematis solutione tantum *vim* mobilis *initialem* æstimamus, quæ producto massæ in velocitatem ductæ proportionalis est. Si *effectum integrum* quæras ab hoc globo productum exhaustis viribus quum ex diversis altitudinibus ruit in corpora suo impulsui cedentia, massa in postremarum velocitatum quadrata ducenda est, sive in quadrata temporum; tunc vero effectus integer primi descensus quinque secundis terminati erit 200 X 25; & effectus integer alterius descensus 9 secundis terminati erit 200 X 81. Hic quoque apparet, quæstionem de viribus motricibus æstimandis aut ex simplici velocitate, aut ex quadrato velocitatis, puram putam æquivocationem esse. (381)

PROBLEMA III.

391. *Velocitatem globi bellici determinare; seu tempus, quo hoc mobile a tormento ad datum scopum fertur, determinare.* (*fig.* 24)

SOLUTIO. Sit A M tormentum immobile directum in B contra planum horizonti perpendiculare, ita ut si mobile gravitate careret, ferretur in B. Brevi eo tempore, quo mobile a tormento ad scopum fertur, ejus gravitas illud perpetuo ad terræ centrum trahit infra directionem M B; planum itaque attinget non in puncto B, ad quod dirigitur, sed infra illud; & tanto magis percussio fiet infra punctum B, quanto diuturnius tempus mobile impenderit ad spatium M B percurrendum.

Cognita distantia M B inter tormentum, & planum oppositum interjecta, & distantia B D inter puncta directionis, & percussionis intercepta, facile mobilis velocitas invenietur. Mobile enim, quod gravitate carens in B percussisset,

ſet, tandiu in motu fuit, quamdiu opus eſſet, ut motu accelerato perpendiculariter deſcenderet a B in D; gravitas enim æque agit, & eundem effectum præſtat in mobile, ſive horizonti oblique, ſive perpendiculariter cadat. (387) At quum gravia ad finem unius ſecundi perticam Anglicanam labendo percurrant, & quum quovis ſequenti ſecundo ſpatium centrale ſit ut quadratum temporis in illo percurrendo impenſi; jam extracta radice quadrata ex numero perticarum inter puncta directionis, & percuſſionis interceptarum, obtinebitur tempus a mobile in ſpatio MD percurrendo impenſum. Hoc ipſo habebitur quoque velocitas mobilis; hæc enim eſt ſpatium notum MD diviſum per tempus inventum.

Ponamus, exempli cauſa, mobile M directum in B pertigiſſe in D; & diſtantiam BD eſſe perticarum 16: radix hujus quadrata eſt 4; mobile ergo quatuor ſecunda impendit in linea parabolica MD percurrenda. Si diſtantia DB eſſet perticarum centum, mobile ſpatium MD decem ſecundis percurriſſet.

Si diſtantia inter punctum directionis B, & punctum percuſſionis D ſit multo minor; puta pedis unius Anglicani; mobile ſecundi quadrantem tantum in ſpatio MD percurrendo inſumpſit; gravia ſiquidem per pedem unum Anglicanum ſecundi quadrante deſcendunt (373). Quare tempora, & ſpatia proportionaliter minuendo ſemper eadem methodo ex lapſus ſpatio BD tempus in linea MD percurrenda inſumptum inveniemus.

Hac methodo invenitur, tormentum bellicum ad mœnia diruenda inſtructum ea vi globum explodere, qua hexapedas 100, ſive pedes 600 uno ſecundo percurrit; directum enim juxta lineam AMB in diſtantia MB pedum 600, globum conijcit in D ferme pedes Gallicos 15 infra punctum directionis B; quæ eſt ipſa quantitas

titas liberi descensus uno secundo. Motus globum deferens ex M in D fit ergo uno secundo; si enim majori, aut minori tempore fieret, globus aut supra, aut infra punctum D pertingeret, quod pedes 15 distat a directionis puncto B.

392. OBJECTIO. Fistulæ bellicæ, & tormenta ipsum directionis punctum feriunt: ergo leges ballisticæ, ex quibus gravia infra hanc directionem ferri deberent, falsæ sunt. (*fig.* 35)

RESPONSIO. Arma hæc passim ita constructa sunt, ut linea directionis D C A, & linea projectionis E M B non sint parallelæ, sed in puncto *b* magis minusve remoto intersecantur. Si mobile gravitate careret, linea projectionis E M B illud transferret in B supra lineam directionis. At quum mobile in transitu a gravitate deprimatur, ferme in A incurrit, terminum nempe directionis D C A usque ad distantiam tormenti impulsui convenientem productæ.

Hic notabimus, construi non posse tormenta bellica ita, ut ad quamvis distantiam, & quavis velocitate ita concurrant lineæ directionis, & projectionis, ut mobile deferant ad ipsum punctum A. Ratio hujus est, quia si distantia M B percurritur uno secundo, mobile unicam perticam Anglicanam descendet infra B; si vero eadem distantia percurritur tribus secundis, mobile quatuor perticas infra B descendet. Si distantia horizontalis M B percurreretur sex secundis, mobile punctum perpendicularis B N perticas triginta sex infra B feriret: atque ita porro de diuturnioribus, aut brevioribus temporibus dicamus, quæ mobile impendit ad scopum magis, minusque distantem attingendum.

Quicumque sit angulus F C G a lineis directionis & projectionis effectus, latera F G, H K, B A hisce lineis intercepta crescunt ut distantiæ; dum descensus mobilis acceleratus ad distantias G, K, A auctus est in duplicata ra-

tione temporum hisce distantiis respondentium. Si mobile unico instante sit in linea directionis DA, nullo alio instante in hac linea invenietur.

Experientia igitur, & ballistica oculum, & manum dirigere debent hisce armis utentis. Experientia, & theoria illum docebunt magis, minusque supra scopum collimare pro majori vi pulveris pyrii mobili velocitatem imprimente, & pro diversa scopi distantia.

ARTICULUS SEPTIMUS.

MOTUS REFLEXUS, ET REFRACTUS.

393. OBSERVATIO. Corpus motum occurrere potest aut obstaculo impervio, puta, marmori, aut pervio, ut aquæ stagnanti. In primo casu corpus *reflexionem* subit, si elasticum est; in altero *refractionem* subit, si oblique novum medium ingreditur magis, minusque resistens.

In *motu reflexo* mobile post ictum repellitur directione a prima diversa; in *motu refracto* mobile tantum a sua prima directione distractum est.

Reflexionis motus causa est elasticitas corporum collidentium; neque enim reflexionem deprehendimus nisi in corporum elasticorum collisione; corpora vero, quæ aut omnino elasticitate carent, aut minimam tantum obtinent, aut nullum, aut minimum motum reflexum efficiunt.

Refractionis motus causa est major, minorve resistentia, quam directioni mobilis obiicit novum medium, quod permeat. Quum mobile perpendiculariter medium quodvis intrat, aut quum obli-

oblique a medio in medium intrat æque resistens, refractio non habetur.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

MOTUS REFLEXUS.

394. DEFINITIO. Mobile, quod post incursum in obstaculum immobile reflectitur, duos cum plano reflectente angulos efficit, qui rite attendendi sunt, alterum incidentiæ, alterum reflexionis. Hic supponimus motum ante, & post ictum fieri per lineam rectam. (*Fig.* 30.).

I. *Angulus incidentiæ* dicitur ABG effectus a linea AB, quam describit mobile A ante ictum, & a linea, aut superficie plani BG. Angulus incidentiæ esse potest aut rectus PBG, aut acutus ABG.

II. *Angulus reflexionis* vocatur angulus HBC effectus a linea BC quam post ictum describit mobile A, & a plani linea, aut superficie BH.

III. Si superficies, in quam collisio fit, non plana superficies esset GH, sed curva *rmnt*; concipienda est tangens *mn* huic curvæ superficiei ad punctum contactus. Anguli cum hac tangente effecti a mobilis directione ante, & post ictum erunt *angulus incidentiæ* A*m*G, & *angulus reflexionis* C*n*H.

CANON I.

395. *Si corpus elasticum perpendiculariter quacumque velocitate in planum horizontale durum, & elasticum incurrit; post ictum eadem linea plano perpendiculari reflectitur.* (*Fig.* 31.).

DEMONSTRATIO. Sit globus elasticus P perpendiculariter projectus in B in planum horizon-

rizontale, & impervium GH. Corpus hoc post ictum regredi debet in P per lineam BP.

I. Reactio actioni æqualis est, & opposita (327): ergo vis PB in compressione insumpta restituitur reactione per oppositam directionem BP. Ergo mobile ferretur a B in P vi omnino illi æquali, qua delatum fuit a P in B.

II. Mobile perpendiculariter ante ictum descendens motum horizontalem non habet; neque ascendens igitur post ictum motum habebit horizontalem; motus enim a reactione ortus motui in compressione amisso æqualis est, & oppositus. Ergo mobile post ictum omni horizontali motu destitutum, & solo verticali motu impulsum per propendicularem BP ascendet eandem ipsam lineam ante, & post ictum describens. Q. E. D.

CANON II.

396. *Si corpus elasticum perpendiculariter incurrit in planum durum aut elasticum horizonti perpendiculare, aut obliquum; præcisa gravitate, post ictum eadem via regreditur, qua ad ictum perrexit.* (*fig.* 24.).

DEMONSTRATIO. Sit globus elasticus A gravitate carens perpendiculariter projectus in planum durum, aut elasticum D horizonti perpendiculare, aut obliquum. Vis AD mobile impellens tota compressione extinguitur, & in vim æqualem, & oppositam DA reactione convertitur. Ergo mobile actum a vi AD ante ictum, a vi DA post ictum reflectetur: ergo mobile a vi reagente DA delatum, ejus directione DA post ictum regredietur. Q. E. D.

CANON III.

397. *Si corpus elasticum oblique in planum durum, aut elasticum incurrit, quacumque pla-*

ni positio sit; post ictum moveri pergit angulum reflexionis faciens cum plano angulo incidentiæ æqualem. (*fig.* 30.).

DEMONSTRATIO. Sit globus elasticus A oblique in planum durum, aut elasticum C H projectus directione quavis A B: post ictum reflectetur directione B C; & angulus reflexionis C B H erit omnino angulo A B G incidentiæ æqualis. Theoria, qua canon hic statuitur, innixa est decompositioni virium, seu motus obliqui, de quo jam egimus. (354, 355.).

I. Mobile A ex A in B projectum agitur motu duplici directione donato, altera A D *plano parallela*, & in percussione nulla, altera A M *plano perpendiculari*, & sola percussionem efficiente. Pars motus directionis A D plano parallelæ in ictu non extinguitur; planum enim illi non resistit; post ictum igitur tota perseverat. Pars motus directionis A M = D B plano perpendicularis in ictu extinguitur, & in vim æqualem, & oppositam B D reflexione convertitur. Nitetur ergo vis hæc post ictum attollere mobile directione plano perpendiculari.

III. Mobile ante ictum duabus viribus impellentibus actum A M, & A D, sive unica duabus simul A D, & A M æquivalente dato tempore describeret diagonaleam A B parallelogrammi A D B M. Post ictum obsequens vi parallelæ B N = A D, & perpendiculari B D = A M eodem dato tempore describet diagonalem B C parallelogrammi BDCN præcedenti ADBM similem, & æqualem. Ergo mobile post ictum faciet cum plano angulum reflexionis HBC æqualem angulo incidentiæ GBA; horum enim angulorum magnitudo enascitur a relatione duarum virium perpendicularis, & parallelæ mobile impellentium. Porro relatio hæc eadem omnino est ante, & post ictum. Q. E. D.

398. COROLLARIUM. *Quocumque modo corpus elasticum incurrat in corpus durum, aut ela-*

elasticum; angulus reflexionis semper angulo incidentiæ æqualis est.

DEMONSTRATIO. Angulus incidentiæ aut rectus est, aut acutus cum superficie plana, aut curva.

I. Si directio mobilis est superficiei reflectenti perpendicularis, mobile per perpendicularem reflectitur (390); angulus reflexionis, ut & ille incidentiæ, rectus est.

II. Si directio mobilis est superficiei reflectenti obliqua, adhuc mobile reflectitur sub angulo æquali angulo incidentiæ. (397.)

III. Si corpus reflectens non jam sit superficie plana GH, sed curva *rmnt*, punctum contactus semper est exiguum planum, in quo angulos incidentiæ, & reflexionis ex tangente hujus corporis dimetiri poteris (394).

Quæ theoria ostendit, angulos incidentiæ, & reflexionis cum magno plano GH effectos æquales fore, ostendit quoque effectos cum infinite parvo *mn* globi BX fore æquales.

799. NOTA I. In legibus motus reflexi præscindimus a resistentia medii, a gravitate corporum, & a defectu perfectæ eorum elasticitatis; quæ causæ tres in praxi efficiunt, ne angulus reflexionis sit angulo incidentiæ accurate æqualis. Exempli causa, gravitas corporum efficit, ut eorum directio tum in incidentia, tum in reflexione sit linea parabolica (380), non recta: perfectæ elasticitatis defectus efficit, ne vis reactionis post ictum sit vi percussionis ante ictum omnino æqualis; quare angulus reflexionis angulo incidentiæ est aliquanto minor. Non propterea leges hæ in physico rerum statu fallaces sunt, ut alibi monuimus (339).

Lux unicum illud corpus est, in quo leges reflexionis in praxi accurate theoriæ consentiunt. Constat observationibus, & theoria a nobis proposita demonstratur, lucem, quocumque modo in planum reflectens incidat, semper

effice-

efficere angulum reflexionis (five hic rectus fit, five acutus) angulo incidentiæ æqualem. Ratio eft, quia lux perfecta elafticitate pollet; quia fumma ejus tenuitas illam libere per media, quæ traiicit, meare finit; & ejus motus gravitationis nullus cenferi poteft motui impulfus directi, five reflexi comparatus. Exempli gratia.

Aftronomicis obfervationibus conftat, lucem a fole ad nos venire minutis feptem cum dimidio (897), quo tempore percurrit faltem leucarum ducenties octuagies centena millia(1222). Habet igitur lux velocitatem, qua quovis fecundo leucas faltem 62222 percurrat, quum ejus gravitas illi cum ceteris corporibus communis illam eo tempore ad terram trahere nequeat nifi perticam unam Anglicanam a directione, quam habet. (*Fig.* 30.).

Sit igitur lucis particula vibrata, & reflexa directione A B C. Hæc leucas 62222 uno fecundo percurrens directione B C deprimi nequiret, nifi perticam Anglicanam, feu pedes 16 Parifienfes infra lineam B C ex gravitate tunc etiam, quum hæc gravitas, quæ quo magis a terra recedimus, & magis minuitur, femper eadem perfeveraret. Semita B C hujus particulæ, etfi parabolica, debet ergo femper ad fenfum recta videri.

Generalis hæc motus reflexi theoria eft, ut patet, catoptricæ bafis, & fundamentum; quæ fcientia radium reflexum confiderat; & de qua fufius alibi.

400. NOTA II. Theoria, & praxis motus reflexi in fphærifterio, & in ludo, quo pilæ eburneæ truduntur, potiffimum ufuvenit; in his enim ars tota fita eft in oportunis incidentiæ, & reflexionis angulis dignofcendis, & in noxiis evitandis. Periti lufores pilis eburneis aptas ad punctum contactus tangentes ludendi confuetudine ipfa præ oculis habere folent.

In hoc ludo phænomenon hic explicabimus, ex quo ludentes jucunditatem simul, & admirationem capiunt. In abaco lusorio manu cæsim percutitur pila B directione B *v* extra centrum transeunte: pila primum procedit directione BA, deinde regreditur motu magis minusve celeri directione A B. (*Fig.* 17.).

EXPLICATIO. Quum pila hæc percutitur directione B *v* tres illi imprimuntur motus diversi: *motus centralis* B*v*, qui pilæ, & plani reactione in motum verticalem *v* B convertitur: *motus horizontalis*, quo pila sollicitatur pergere directione *r s*: *motus rotationis*, quo pila cogitur magis, minusque celeriter circa suum centrum *r* rotari directione B*nm*B.

I. Post percussionem B*v*, & reactionem *v* B pila B a duobus motibus agitur, altero horizontali *r s*, & altero verticali *r* B. Ex his duobus motibus pila paululum supra abaci superficiem elevatur, & pergit ex A in B per lineam parabolicam *r*C*s* (584). In hoc transitu pila supra abacum elata quem non tangit, pergit circa suum centrum rotari directione B*nm*B.

II. Quum ad punctum A pervenit, exhaustis jam motibus horizontali, & verticali, pila servat adhuc motum rotationis B*nm*B, quo centrum antrorsum fertur directione *sr*; donec resistentia ex affrictu parta omnino motum hunc rotationis, quo retrograda fit, extinxerit.



§. II.

MOTUS REFRACTUS.

401. OBSERVATIO. Innumeris experimentis constat, si mobile perpendiculariter a medio in medium magis resistens transeat, *motum mobilis retardari, directione non mutata*; si ve

si vero idem mobile a medio in medium magis, minusve resistens oblique transeat, *directionem mobilis flecti in puncto, in quo a medio in medium transitus fit*. Exempli causa (*fig.*36.):

I. Si globus V plumbeus, aut marmoreus velocitate quavis ab aere cadat in superficiem BT aquæ stagnantis directione V M huic superficiei perpendiculari; lentius in aqua descendit, quam in aere, at semper eadem perpendiculari directione V M N. Aqua octingenties, aut nongenties aere densior resistentiam obiicit globo octingenties, aut nongenties majorem; debet ergo globus ab aere in aquam transiens motum suum retardare. At quum hæc aquæ resistentia undequaque æqualis globi motui perpendiculari obsistat, motum hunc tantum retardare debet, directione non mutata.

II. Si idem globus A in eandem aquam conjicitur directione obliqua AM; non modo ejus motus in aqua retardatur, sed relicta directione A M P aliam sequitur A M D ad punctum M inflexam. Globus pergens sua obliqua directione A M fertur in aquæ superficiem motu composito ex horizontali A V, & ex centrali A B (354). Quo temporis momento aquam attingit, motus ejus centralis aquæ resistentiam experitur, dum interea horizontalis aeris tantum resistentiam perfert. Ergo motus centralis debet magis horizontali retardari: ergo horizontali motu eodem perseverante, & centrali imminuto, mobile directione vis M H magis ferri debet, quum hæc prævalens fiat ex opposita vi M N imminuta.

Quum mobile ab uno ad aliud medium transiens magis, minusve resistens semper aut a perpendiculari recedat, aut ad illam accedat, quæ a puncto incidentiæ, seu transitus ab uno ad aliud medium ducta concipitur; maximi momenti est perpendicularem hanc apte dignoscere in mediis superficie plana, convexa, & concava donatis.

Per-

402. DEFINITIO. *In medio superficie plana perpendicularis hac est recta M N a puncto incidentia in novum medium ducta, & perpendicularis superficiei, ubi mobile in hoc medium incurrit (fig. 36.)*

I. Sive medii penetrabilis superficies horizontalis sit, sive verticalis, sive ad horizontem inclinata, idem est respectu hujus perpendicularis, quæ semper linea est superficiei hujus medii perpendicularis, & ducta a puncto transitus in hoc novum medium.

II. Quum superficies aquæ stagnantis B T plana sit; superficies quoque aeris ambientis plana est; aer itaque planam superficiem ambiens medium superficie plana censeri debet. Si mobile M ab aqua in aerem transit directione DMA, linea M V erit perpendicularis in novo hoc medio ducta.

403. DEFINITIO II. *In medio superficie sphærica*, puta, in globo cereo, aut argillaceo humido (*fig.* 37), *perpendicularis hac est radius ipse sphara, seu recta a puncto incidentia ad centrum convexitatis ducta.* Exempli causa, si mobile M incurrit in globum penetrabilem N in B, aut in D, hæc perpendicularis est radius BN, aut DN.

Medium ambiens globum, puta, aer, aut aqua globum N ambiens, censeri debet medium superficie concava, cujus perpendicularem indicare pergimus a globo in medium ambiens ductam.

404. DEFINITIO III. *In medio superficie concava perpendicularis hac est radius productus seu recta NC, aut NF a centro curvitatis ducta in novum medium per punctum, in quo mobile a sphara in medium ambiens transit.* Linea enim E F est perpendicularis tangenti ad punctum E.

CANON I.

405. *Quum mobile a medio in aliud magis, minusve resistens fertur directione perpendiculari, directionem non mutat.* (*fig.* 36, 37).

DEMONSTRATIO. Experientia canonem probat. Globus ex V in M in aquam stagnantem perpendiculariter cadens fundum petit eadem directione V M N. Globus in cubum cereum, aut niveum, aut argillaceum humidum perpendiculariter incurrens, quæcumque cubi hujus positio sit, illum penetrat linea perpendiculari superficiei, ubi contactus cœpit. Globus in globum cereum, aut niveum incurrens directione M B per centrum transeunte globum traiicit recta M N C. Omnes hæ directiones sunt novis mediis perpendiculares; ergo in motu perpendiculari ex novis mediis nulla directionis mutatio, aut refractio habetur.

Ratio est, quia in directione novo medio perpendiculari omnes obstaculi partes æqualem quaquaversum resistentiam obiiciunt. Ergo motus mobilis nullam in partem flecti debet; ergo primam directionem sequi debet, donec resistentia obstaculi, quod permeat, & cui communicatur, illum penitus extinxerit. Q. E. D.

CANON II.

406. *Quum mobile a medio facilius permeabili in difficilius oblique transit; ejus directio in transitu refringitur recedendo a perpendiculari in novo medio ducta* (*fig.* 36, 37).

DEMONSTRATIO I. Transeat mobile A ab aere in aquam velocitate quacumque directione A M partim horizontali A V, partim centrali A B (354): non amplius primam directionem A M P sequetur, sed aliam A M D a perpendiculari M N recedendo.

Ra-

Ratio est, quia quo instante mobile attingit aquam in M motu superficiei aquæ partim parallelo, partim perpendiculari; *motus parallelus* M H non majus ostaculum, quam prius experitur; mobile enim adhuc totum in aere est; at *motus perpendicularis* M N obstaculum offendit octingenties, aut nongenties illi magis resistens, quam illi æquale aeris volumen resisteret; debet ergo motus perpendicularis M N imminui ad punctum contactus, quum adhuc motus parallelus M H idem perseveret. Atqui quum motus parallelus idem persistat, & perpendicularis ad punctum contactus imminuatur, vires hæ duæ conspirantes novam inter se rationem dicunt, & mobile aquam ingressum, & duabus viribus illud deferentibus obsecundans magis vim M H sequi debet, quæ ex oppositæ imminutione validior evasit. Quum mobile omnino aquæ immersum est; illi adhuc remanet pars sui motus perpendicularis M N; & pars aliquanto major motus sui paralleli M H. Quum vero tunc aqua ambabus viribus æqualem obiiciet resistentiam; mobile reliquis duabus viribus conspirantibus actum in hoc novo medio percurrit diagonalem M D parallelogrammi in harum reliquarum virium directione, & ratione constructi (.345).

II. Si novum medium B T X K non jam aqua esset, sed argilla humescens, & mobile A globus esset projectus directione A M, eodem experimento, eademque theoria demonstraretur, globum hoc medium traiicientem a perpendiculari M N recessurum, & novam directionem capturum M D a perpendiculari magis minusve remotam pro majori, aut minori medii resistentia. Valebit eadem demonstratio, sive superficies T M B sit horizonti parallela, sive inclinata, sive perpendicularis; modo globi directio A B eundem angulum incidentiæ A M B cum novo medio efficiat.

III.

III. Si novum medium sit globus cereus, aut argillaceus N, globus directione obliqua MDH projectus a perpendiculari D N recedit, & directionem D E sequitur. Ratio est, quia pila globum in D offendens duobus motibus agitur, quorum *unus* D H illam sollicitat, ut in globum penetret, *alter* BDG illam sollicitat, ut a centro globi recedat. Primus motus in instante contactus globi resistentiam experitur, dum alter nondum nisi aeris resistentiam patitur: debet ergo pila motum suum inflectere juxta directionem vis D G, quæ minus imminuta est; sequetur ergo directionem D E, qua a perpendiculari D N recedit.

Quum ergo mobile a medio minus resistente in magis resistens transit, quæcumque novi medii natura, & positio sit, debet semper mobile a perpendiculari in novo hoc medio ducta recedere. Q. E. D.

CANON III.

407. *Quum mobile a medio difficilius permeabili in facilius oblique transit: ejus directio refringitur in transitu ad perpendicularem in novo medio ductam accedendo* (*fig.* 36, 37.).

DEMONSTRATIO. Propositio hæc est inversa præcedentis, & iisdem principiis innititur, ut facile est ostendere.

I. Sit BTXK parallelepipedum ex argilla humida in aere suspensum directione horizonti parallela, seu perpendiculari, seu obliqua. Mobile quodvis, (puta, glans bellica) directione A M impulsum pervenerit in D, ubi ab argilla in aerem transit: experientia constat, hoc mobile non eadem directione MDR progredi, sed alia D S ad perpendicularem D C accedens.

Ut inflexionis hujus MDS ratio intelligatur, consideremus mobile in D eo instante quo di-

dimidium in argilla est, dimidium in aere. Quum mobile in D pervenit, per lineam M D duplici motu agitur D X, D C: duplici hoc motu lineam D R percurreret, si uterque in eadem ratione perseverarent. A quum mobile est in D, argilla adhuc motui D C resistit; primus motus igitur magis altero extinguetur. Ponamus motum D X ex argillæ resistentia minui quantitate X F: mobile a duobus reliquis viribus D F, & D C impulsum non jam lineam D R, sed diagonalem D S describere debet; ac proinde ad perpendicularem D C accedere ductam a puncto transitus D per novum medium.

II. Eadem ratione pila per argillaceum globum mota directione D E R sequitur directionem E K quum ab argilla in aerem transit. & ad perpendicularem E F accedit. Pila sui dimidio argillæ immersa, altero aeri, magis ab argilla, quam ab aere detinetur; magis itaque vim minus imminutam sequi debet, seu eo pergere, quo minorem offendit resistentiam.

Quum igitur mobile a medio magis resistente in minus resistens oblique transit; quæcumque hujus medii natura, & positio sit; semper motum inflectere debet. & ad perpendicularem in novo medio ductam accedere. Q. E. D.

Refractio lucis.

408. OBSERVATIO. Lux easdem, quas cetera corpora, refractionis leges sequitur; hæ siquidem ab ipsis generalibus motus legibus a nobis jam statutis, & demonstratis, consequuntur. Hoc tamen magnum discrimen iner lucem, & alia corpora intercedit, quod *quædam media difficilius ab aliis corporibus penetrabilia a luce facilius penetrantur*. Exempli causa, aqua est medium a luce facilius penetrabile, quam sit aer: aer terræ proximus medium est ma-

magis a luce permeabile, minusque resistens, quam aer rarissimus, quo atmosphæra procul a terrestri globo terminatur. Hinc sequitur, *refractionem lucis fieri debere inversa aliorum corporum ratione* (*fig.* 36.).

Experientia constat, si globus A ab aere in aquam transit directione obliqua A M, eam non sequi rectam A M P, sed in M directionem suam A M D inflectere a perpendiculari M N recedendo; aqua enim medium est globo in M magis aere resistens.

Experientia quoque constat, si radius lucis A ab aere in aquam transeat directione obliqua A M; eum non sequi rectam A M P, sed in M directionem suam A M O inflectere ad perpendicularem M N accedendo; aqua siquidem radio lucis in M medium est minus aere resistens; quæcumque minoris hujus resistentiæ causa sit.

Quare theoria motus refracti omnibus corporibus eadem est; at hujus theoriæ consectaria non eadem sunt in luce, & ceteris corporibus. Quædam enim media permeabilia, quæ ceteris corporibus magis resistunt, luci minus resistunt.

409. NOTA. Venator fistulam in piscem sub aqua explodens, nunquam eum attingit, nisi refractionem attendat: si enim piscis immobilis est in P, & venator ictum dirigat linea AMP, glans necessario in D pergere debet.

Principia a nobis statuta de motus refractione *dioptricæ* fundamentum sunt, quæ scientia radium refractum considerat in aere, in aqua, in variis speculis. De hac peculiari tractatu agemus.

Post motum in se consideratum, illum in machinis considerabimus, quibus in infinitum augetur, aut minuitur.

SE-

SECTIO SECUNDA.

MOTUS IN MACHINIS, SEU MECHANICA.

410. DEFINITIO. Mechanica, scientia est, quæ docet vires motrices in infinitum augere, aut minuere ope quarundam machinarum, quas motui adhibet. Eo tendit scientia hæc, ut minima vis maximam resistentiam æquet, aut superet; exempli causa, ut pondus unius libræ cuicumque vel maximo ponderi æquilibretur.

Hac sectione & mechanicæ principia perpendemus, & cujusque peculiaris machinæ actionem, & resistentiam, quæ ab ipsis machinis oriri potest.



PARAGRAPHUS PRIMUS.

PRINCIPIA GENERALIA MECHANICÆ.

Quum corporum gravitatio una sit ex viribus, quæ in mechanica passim usurpantur; non abs re erit & vim hanc, & commune suæ actionis centrum considerare.

Gravitatio corporum.

411. OBSERVATIO. Corpora omnia terrestria homegenea, aut heterogenea ad terræ centrum tendunt directionibus semper, & ubique horizonti perpendicularibus (247): & eorum vis gravitans est quantitati materiæ, quam continent, proportionalis. Libra aquæ, & libra plumbi, etsi natura, & densitate diversæ, vi omnino æquali ad terræ centrum tendunt; libra

bra enim aquæ sub majori volumine partium gravitantium copiam continet omnino æqualem illi, quam habet sub minori volumine plumbi libra.

I. Etsi gravitas corporum major fiat, quo magis accedunt ad centrum terræ; quum tamen hæc gravitatis diversitas non sit sensibilis nisi quando distantia a centro terræ multo magna sit (364); corpus eandem ad sensum gravitatem, idemque pondus habere debet ad quamvis altitudinem, aut profunditatem a nobis machinis admoveatur.

II. Quævis pars gravitans suam peculiarem gravitatem habet, qua tendit motu accelerato per lineam rectam ad centrum terræ accedere. Exempli gratia (*fig.* 38.).

Si punctum C ponatur esse centrum terræ, corpora A, B, D, F, G in ejus superficie posita nituntur singula ad C accedere lineis convergentibus FC, BC, AC, DC, GC. Sed quum distantia FC, GC a centro terræ ad superficiem immensa sit distantiæ FG nonnullatum hexapedarum comparata, divergentia linearum FC, GC ad sensum nulla est; & lineæ FC, GC parallelæ censeri debent. Si itaque corpora F, & G, in profundam abyssum lapsa, ad centrum terræ nonnullos centenos pedes ex gravitate accedant, describerent lineas F*m*, G*n* mathematice convergentes, & ad sensum parallelas; quantitas enim minima, qua hæ lineæ invicem accedunt, spatio nonnullorum centenorum pedum, nunquam deprehendi posset. Quare hæ lineæ etsi mathematice convergentes, parallelæ censendæ sunt.

III. Etsi omnes partes gravitantes cujusque corporis singulæ peculiarem suam tendentiam habeant, communis earum gravitatio necessario in eandem gravitationis lineam A M N coit in qua est commune partium omnium gravitantium centrum. (*fig.* 40.).

Exem-

Exempli causa: in globo solido M particula quævis suam peculiarem gravitationem habet, qua nititur ferri in planum horizontale HK ad terræ centrum accedens. Sed quum partes hæ omnes invicem adhæreant; pars F descendere nequit, quin pars G ascendat; earum vires æquales, & oppositæ invicem eliduntur (344); & earum communis nisus in planum, & ad centrum terræ ea ratione fit, qua fieret si tota earum actio per lineam AN per gravitationis centrum transeuntem exerceretur. Quare si linea AMN a plano sustinetur, partes omnes globi adhærentes quum sint utrinque reciproce æquilibratæ, debet globus quiescere.

IV. Valebit eadem theoria, & effectus idem obtinebitur, si globus M cavus sit, & liquido aliquo plenus. Moleculæ omnes oppositæ F, & G, B, & D hujus liquidi gravitatem habent æqualem, & oppositam, quæ reciproce eliditur, & in vim communem convertitur in linea AMN. Idem non contingeret, si globus cavus frangeretur; quævis liquidi particula suam separatam gravitatem tunc recuperaret, & sejunctim ab aliis proprio nisu per lineas FH, GK ad terræ centrum ferretur.

Centrum gravitatis.

412. DEFINITIO. *Centrum gravitatis* in corpore punctum dicitur, in quo corpus quaquaversum a plano divideretur in partes duas æquiponderantes. Exempli gratia (*fig.* 40.).

I. Centrum gravitatis in globo homogeneo est ipsum centrum globi, seu punctum ab omnibus superficiei partibus æque distans. In cubo homogeneo centrum gravitatis est ipsum centrum cubi, seu punctum a sex suis superficiebus æque distans.

II. In corpore quovis heterogeneo centrum gravitatis punctum est, in quo in partes suas æqua-

æquales in tribus suis dimensionibus divideretur (*fig.* 35.).

Exempli causa: si tormentum bellicum E M in duas æquales partes dividitur a plano DOMD, ab altero plano E *n* M E, & a tertio *r s r*, punctum *a*, in quo tria hæc plana perpendicularia interfecantur, erit centrum gravitatis tormenti EM.

413. DEFINITIO II. *Linea gravitationis* dicitur recta ducta a centro gravitatis ad centrum terræ, ad quod gravia omnia tendunt. Exempli gratia (*Fig.* 41).

Lineæ A H, B K sunt lineæ gravitationis corporum H, & K; quæ mathematice convergentes (411), ad sensum, & physice parallelæ sunt. Pari modo (*Fig.* 55, 56, 57).

Lineæ A R, *e* P sunt lineæ gravitationis corporum R, & P, quorum centrum gravitatis est in R, & P.

414. AXIOMA I. *Corpus quiescit, quamdiu ejus centrum gravitatis sustinetur*. Omnes enim reliquæ partes corporis quum circa punctum hoc immobile in æquilibrio sint, earum vires æquales, & oppositæ necessario elidi debent (*Fig*, 40).

415. AXIOMA II. *Corpus descendit, quum ejus centrum gravitatis non detinetur quominus ad terra centrum accedat*. Gravitas enim huic centro insidens est potentia necessaria, quæ totum effectum suum producit, quum obstaculum insuperabile ejus actionem non destruit.

416. APPLICATIO. I. Globus M (*Fig.* 40.), plano horizontali H K impositum immobile perseverat; ejus enim gravitas, qua sola moveri posset, tota in centrum M collecta est; atque hoc centrum a radio plano insistente & in linea gravitationis sito detinetur.

II. Globus R (*fig.* 51.), plano inclinato AB insistens descendere debet circa suum centrum rotando; gravitas enim in R sita indesinenter globum ad descensum sollicitat motu accelerato

per lineam gravitationis R B, quæ a plano non ſuſtinetur.

III. Corpus ſuperficie plana, & optime lævigata plano inclinato, & optime lævigato impoſitum deſcendet per planum excurrendo (*fig.* 47.): gravitas enim in M ſita indeſinenter corpus hoc ſollicitat ad terræ centrum accedere; & effectum ſuum aſſequi poteſt mobile deferens ex M in N. Motui M N nihil obſiſtit, niſi affrictus, qui non ſemper tantus eſt, ut totam gravitatis actionem elidat.

IV. Aqua in fluviorum alveis fluens ex ſola gravitate omnibus ſuis ſejunctis elementis inſidente movetur; qua vel *rotantur*, vel *excurrunt* eam partem verſus, qua magis ad gravitationis, ſeu terræ centrum accedere poſſunt.

417. NOTA. In humano corpore centrum gravitatis ferme eſt inter tres dimenſiones in linea horizonti perpendiculari, & in hujus lineæ puncto aliquanto capiti, quam pedibus propinquiore. Hæc ſuæ gravitationis linea eſt (*fig.* 69.).

I. Quum centrum gravitatis A eſt in recta F H, quæ a centro terræ ducta per baſim tranſit, cui humanum corpus inſiſtit, deſcenſus non habetur; centrum enim gravitatis quum ſuſtentetur, gravitas non habetur, quæ corpus in ullam partem ad deſcenſum urgeat (414) In humano corpore baſis ſuæ gravitati objecta eſt planta pedum, quum ſtat; ejus ſedes quum ſedet, ejus lectum, quum jacet. In ſene curvo, qui baculo innixus incedit, baſis ſuæ gravitati oppoſita eſt ſpatium inter utrumque crus, & baculum interceptum. In quadrupedibus ſpatium eſt inter quatuor pedes contentum.

II. Quum centrum gravitatis in recta eſt, quæ ad centrum terræ ducta extra baſim tranſit, cui corpus humanum inſiſtit, lapſus certus eſt; quum enim centrum gravitatis non ſuſtentetur, gravitas huic centro inſidens neceſſario

ad

ad suum terminum tendit, & ad illum corpus, cui insidet, necessario trahit.

III. Quum incedimus centrum gravitatis alternatim ab uno in alium pedem transfertur. Si lapsus ex incerto passu immineat, anima mirabili instinctu æquilibrium restituere nititur centrum gravitatis in latus lapsui oppositum transferendo, ubi centrum gravitatis in linea gravitationis esse poterit, quæ per pedum plantas transeat.

IV. Facile ex hac theoria explicabitur quare homo calcaneis parieti applicitis nequeat, quin cadat, nummum humi positum ad duos pedes coram se attollere. Nequit homo hic incurvari, quin ejus gravitationis linea extra suos pedes transeat, quibus tunc non amplius suum gravitatis centrum sustinetur. Si calcanea parieti non essent admota, posset sese incurvans partem sui corporis retrorsum, partem antrorsum inclinare, & suæ gravitatis centrum relinquere in linea gravitationis per plantas transeunte; at quum paries huic inclinationi obsistat, a qua æquilibrium haberetur; incurvari nequit quin æquilibrium amittat, & cadat, centrum gravitatis extra hypomochlium transferendo.

Potentia, resistentia.

418. DEFINITIO I. *Potentia* in mechanica dicitur causa quævis motrix animata, aut inanimata, cujus nisus corpus movet, aut movere conatur. Vis potentiæ mechanicæ in absolutam dividitur, & respectivam.

I. *Vis absoluta* potentiæ dicitur activitas, quam nullius machinæ ministerio se sola obtinet.

II. *Vis respectiva* potentiæ dicitur, quam ope machinæ obtinet, cum qua agit.

Vis absoluta ponderis unius libræ est semper

pondus unius libræ aptum oppositum unius libræ pondus elidere. At hoc unius libræ pondus ope longissimi vectis æquilibrium efficere potest cum libris 100, & 1000; tunc vero, vi eius absoluta eadem permanente, vis ejus respectiva fit centies, aut millies major. In omnium machinarum theoria hac distinctione utemur.

419. DEFINITIO II. *Resistentia* in mechanica dicitur vis quæpiam motui corpori imprimendo opposita, sive ad illud removendum, sive ad illud findendum. Hujus corporis resistentiæ causa est aut eius vis inertiæ, aut partium adhæsio, aut gravitas, aut actio potentiæ oppositæ, aut hæc omnia simul.

Quum *potentia*, & *resistentia* æque veram, ac positivam actionem habeant, in harum virium actionibus comparandis sæpius ambæ communi *potentiarum* nomine vocantur; ac dicimus, exempli gratia; duæ potentiæ sunt inter se ut earum ab hypomochlio distantiæ; sive in ratione suarum ab hypomochlio distantiarum inversa.

420. DEFINITIO III. *Vis mechanica* est productum massæ in velocitatem, quæ aut datur, aut dari nititur; sicuti velocitas est quotum ex spatio per tempus diviso (262).

I. Si potentia, & resistentia simul moveantur, earum velocitates erunt ut spatia percursa: velocitas potentiæ erit ad resistentiæ velocitatem, ut spatium a prima percursum ad spatium ab altera percursum.

II. Si potentia, & resistentia re ipsa non moveantur, sed tantum moveri nitantur; earum velocitas initialis, seu nisus ad motum æstimandus est ex spatio, quod singulæ æquali tempore percurrerent, si in utraque motus haberetur.

THEO-

THEOREMA,

421. *Duo corpora æquali vi motrice pollent, & in æquilibrio erunt quum, eorum motibus oppositis, productum ex massa in velocitatem unius producto massæ in velocitatem alterius erit æquale.*

DEMONSTRATIO. Corpora duo alterum in alterum non agunt, nisi ex motu, qui detur, aut fieri nitatur (420): ergo quum motus sunt æquales, & oppositi, neuter vincere, aut vinci debet; ergo corpora *in æquilibrio* esse debent, æquali scilicet actione pollere, & quiescere. Atqui æqualis motus habetur in duobus corporibus, quum productum massæ in velocitatem aut re ipsa datam, aut dari nitentem in utroque æquale est; quantitas enim motus, seu vis motricis in corporibus semper est tale productum (269): ergo corpora hæc in æquilibrio esse debent, & quiescere. Q. E. D.

MACHINÆ.

422. DEFINITIO. *Machinæ* vocantur instrumenta omnia apta motum augere, vel minuere. *Sex* sunt *machinæ simplices*, vectis, trochlea, axis in peritrochio, planum inclinatum, cochlea, & cuneus, ex sex hisce simplicibus machinis innumeræ construuntur *machinæ compositæ*, quæ sunt tantum plurium simplicium machinarum conjunctio apte simul collectarum, & dispositarum ad eandem resistentiam collatis viribus superandam.

Sex enumeratæ machinæ simplices, re ipsa unius tantum, atque unicæ machinæ compositio sunt, *vectis* scilicet; hac unica ratione nos singulas demonstrabimus in theoria modo exponenda. Ita mechanica ad unicum principium adducetur; ad actionem scilicet vectis diverso mo-

do usurpatam. Plurimum igitur interest vectis actionem apte dignoscere.



§. II.

THEORIA VECTIS.

423. DEFINITIO. Vectis machinarum omnium simplicissima tum mathematice, tum physice considerari potest (*fig.* 41).

I. Vectis mathematice consideratus est tantum linea recta, & gravitate carens A D B ad distantias potentiæ, & resistentiæ ab hypomochlio D dirigendas destinata.

II. Vectis physice consideratus est linea solida, & inflexilis A D B ad pondera A H, & B K supra idem hypomochlium D movenda, aut sustinenda destinata. Quidquid proprii ponderis habet linea hæc solida A D B censeri debet spectans ad duas oppositas vires H, & K: quare vectis gravitas D A ad potentiam H spectat: ejusdem vectis gravitas D B ad potentiam, aut resistentiam K spectat.

424. DIVISIO. Tria distinguuntur vectium genera ex tribus diversis positionibus, quas potentia per vectem agens respectu hypomochlii obtinere potest.

I. *Vectes primi generis* vocantur illi, in quibus hypomochlium A inter potentiam P, & resistentiam R situm est. (*Fig.* 43.).

II. *Vectes secundi generis* vocantur illi, in quibus resistentia R inter potentiam P, & hypomochlium A sita est (*fig.* 44.).

III. *Vectes tertii generis* vocantur illi, in quibus potentia P inter resistentiam R, & hypomochlium A sita est. (*Fig.* 45.).

425. NOTA. Hypomochlium est centrum motus tum potentiæ, tum resistentiæ (*fig.* 41.). Si

Si punctum A circa hypomochlium D moveretur; punctum A arcum A F percurreret eodem tempore, quo punctum B arcum B C percurreret: arcus hi sunt inter se ut eorum radii, sive ut vectes D A, D B: ergo velocitates quoque in eadem ratione sunt, qua radii, aut vectes. Eadem observatio ad tria vectium genera spectat, in quibus semper hypomochlium est centrum commune motuum potentiæ, & resistentiæ; sive hi æquales sint, sive inæquales.

Vectis primi generis hoc habet, ut e diametro oppositam reddat duorum corporum actionem invicem gravitate colluctantium. Exempli causa, corpus H ad terræ centrum accedere nitens corpus K superius attollere nititur, actiones hæ sunt e diametro oppositæ.

Actio potentiæ exerceri potest directione vecti perpendiculari, aut obliqua. Binas has actiones singillatim perpendere aggredimur.

CAPUT PRIMUM.

ACTIO VECTI PERPENDICULARIS.

THEOREMA.

426. *Datur æquilibrium inter duas potentias, quarum actio vecti perpendicularis est, quum, actionibus invicem oppositis, earum massæ, seu vires absolutæ sunt in ratione inversa distantiarum ab hypomochlio*, (*Fig.* 41.):

DEMONSTRATIO. Dari debet æquilibrium, & quies quum duæ vires motrices sunt æquales, & oppositæ; atqui ita est in allata hypothesi. Vis enim H=1 moveri nititur hinc per radium, seu vectem DA=3; inde vis K=3 moveri nititur per radium DB=1. Ex vectis

 dis-

dispositione vis $1\times3=3$ opposita est vi $3\times1=3$, ergo vires hæ æquales, & oppositæ invicem elidi debent; ergo inter potentias H, & K æquilibrium haberi debet. In quavis alia hypothesi, in qua massæ sint in ratione inversa distantiarum, valebit demonstratio. Q. E. D.

CANON UNICUS.

427. *Quum potentia per vectem agit directione vecti perpendiculari; ejus vis relativa est ad absolutam, ut ejus distantia ab hypomochlio est ad distantiam potentiæ oppositæ ab eodem hypomochlio.* (Fig. 41.).

DEMONSTRATIO. Quum vis potentiæ sit productum suæ massæ in velocitatem, massa non mutata, vis augetur, aut minuitur ut velocitas; atqui velocitas, quæ aut habeatur, aut haberi nitatur, crescit, aut minuitur, ut distantia ab hypomochlio (425); ergo vis potentiæ crescit, aut minuitur ut ejus distantia ab hypomochlio. Ergo pondus unius libræ vecti D A in puncto 1 impositum vim habebit ut 1; in puncto 2 vim ut 2; in puncto 3 vim ut 3; atque ita porro in infinitum. Q. E. D.

428. NOTA I. Ex hac theoria intelliges qua ratione solvi posset celebre metaphysicum Archimedis problema. Cædo, ajebat insignis hic mathematicus, punctum fixum extra tellurem: illam attollam: (*Fig.* 47.).

Si extra tellurem daretur punctum fixum D, & vectis immensus, & gravitate carens B A; suspensa hinc tellure hypomochlio quam proxime, inde ad immensam distantiam posito globo ferreo H ita, ut distantia A D globi ab hypomochlio magis excederet distantiam B D telluris ab hypomochlio, quam telluris massa globi massam excedat; tellus a globo attolleretur: productum siquidem massæ in velocitatem globi producto massæ in velocitatem telluris majus esset.

429.

429. NOTA II. Quum vis potentiæ absoluta in vecte augeatur, aut minuatur, opportunum erit quando hæc contingant investigare. (*Fig.* 43, 44, 45,).

I. In vecte primi generis vis absoluta in potentia augetur quum potentia magis, quam resistentia, ab hypomochlio distat; vis potentiæ absoluta minuitur, quum potentia minus, quam resistentia, ab hypomochlio distat: vis absoluta nec augetur, nec minuitur, quum potentia, & resistentia ab hypomochlio æque distant.

II. In vecte secundi generis vis potentiæ absoluta semper augetur; potentia siquidem semper ab hypomochlio resistentia remotior est. Manus P 100 pondo sustinens vi sua absoluta 200 pondo sustinebit, si duplo ab hypomochlio distabit, quam resistentia; atque ita de ceteris.

III. In vecte tertii generis vis potentiæ absoluta semper minuitur; potentia siquidem semper hypomochlio propinquior est, quam resistentia. Manus P, quæ 100 pondo in P sua vi absoluta sustineret, tantum 50 pondo sustinebit, quum pondus hoc ad duplam ab hypomochio distantiam statuetur.

430. NOTA III. Quum duo corpora duabus extremitatibus rectis primi generis perpendicalariter suspensa sunt (*fig.* 41).

I. *Si habeatur æquilibrium*, hypomochlium totum amborum corporum pondus sustinet; hæc enim gravitas semper perseverat, & ejus nisus necessario obstaculum urget, a quo detinetur. Si corpus K tres libras pendit, & corpus H unam; hypomochlium D quatuor libras sustinet præter pondus ipsius vectis.

Etsi corpus H unius libræ æquilibretur corpori K librarum trium, non propterea corpus H pressionem trium librarum in hypomochlium exercet. Etenim corpus H cum K non æquilibratur nisi ex vi sua relativa; & hypomochlium (immobile centrum motus) a viribus relativis a

diversis velocitatibus productis non pendet. Ergo hypomochlium non premitur nisi a viribus absolutis.

II. *Si æquilibrium non habeatur*, hypomochlium totum pondus perfert corporis ascendentis, & partem ponderis corporis descendentis ponderi corporis elevati æqualem: Excessus vis corporis descendentis in hypomochlium non agit; ejus enim actio in corpore demittendo impenditur, quod aut descendit, aut descendere nititur vi huic ponderis excessui proportionali.

Quum duo corpora inæqualiter gravia bilancis lancibus imponuntur, manus corpus gravius attollens tantum in sui ponderis excessum agit, exempli gratia: si alterum corpus pendet libras 30 alterum 40, manus tantum 10 librarum pondus sustinet.

431. NOTA IV. Sit vectis A B duobus punctis immobilibus, aut mobilibus A & B insistens; & corpus R perpendiculariter contra hunc vectem agens. (*fig.* 46)

I. Si pondus R a duobus hypomochliis æque distet, *pondus puncta A, & B æque premit*; & si puncta hæc sint duæ potentiæ corpus R moventes, æqualem patiuntur resistentiam.

II. At si resistentia, seu pondus R puncto A, quam puncto B propinquius sit, *pressiones in A, & B sunt in ratione inversa distantiarum* a resistentia C R.

Ut hoc rite intelligatur, consideremus puncta A, & B ut nitentia corpus R attollere, aut trahere. Punctum B erit potentia agens per vectem B C; punctum A potentia agens per vectem A C. Ponamus distantiam B C duplam distantiæ A C: potentia B ope vectis duplo majoris vecte potentiæ A duplo facilius aget, & duplo minori resistentia, & pressione, quam potentia A. Pressio, aut resistentia in A erit igitur ad pressionem, aut resistentiam in B, ut distantia C B ad distantiam C A; sive in ratione

ne inversa distantiarum a resistentia C R:

Theoriæ hujus praxis, & rudibus nota est. Bajuli duo norunt, si onus vecti suspensum humeris gerant, æque se gravatos fore si pondus æquali ab utroque distantia suspensum fuerit; si vero distantia inæqualis fuerit, alterutrum eo magis gravatum iri, quo oneri propinquior fuerit. Pari modo auriga impares equos habens novit, debiliorem aliquanto a curru altero remotius jugandum esse, ut oneris trahendi resistentia magis a fortiore perferatur.

Bilanx.

432. APPLICATIO I. *Bilanx* (*fig.* 48) est vectis primi generis: centrum C trutinæ CD est hypomochlium: partes duæ æquales C A, C B jugi A B sunt vectis potentiæ, & resistentiæ. Pondus notum censeri potest potentia; corpus, cujus pondus quæritur, resistentia.

Ut bilanx exacta sit, debent lances æque ponderare: duo jugi brachia C A, C B æque longa, & æque gravia sint oportet in omnibus æqualibus eorum distantiis ab hypomochlio; & jugum in trutina, & axe, cui insistit, perfecte mobile.

Si alterutrum brachium C A decima parte longius est, & alterum C D decima parte gravius, æquilibrium habebitur quum bilanx vacua erit; utrinque enim æquale erit productum massæ in velocitatem (426). At si pondus 9 librarum lanci magis ab hypomochlio remotæ imponatur, æquilibrium faciet cum pondere 10 librarum lanci minus ab hypomoclio remotæ imposito; vires enim motrices erunt utrinque $9 \times 10 = 10 \times 9$. Hinc apparet quomodo fraudulentus bilance brachiis inæqualibus abuti possit. Si merx emenda breviori brachio appendatur decem erunt libræ, quæ novem putantur; si merx vendenda longiori brachio appendatur, novem

libræ tantum pro decem emptori vendentur. (*fig.* 84, & 41).

Ut certi simus, bilancem non esse fallacem, duabus lancibus, quæ semper quum vacuæ sunt in æquilibrio sunt, imponenda sunt pondera quævis duo, quæ æquilibrium faciant, tum pondera in lancibus permutanda sunt. Si æquilibrium perseverat, bilanx exacta est; duo enim pondera quum in lancibus mutantur eandem ipsam vim motricem servare nequeunt, nisi utrumque eandem velocitatem habeat, aut eundem nisum quem antea habebat.

Statera, forcipes, lintres, naves.

433. APPLICATIO II. Facile est vectis machinamentum in plurimis machinis deprehendere: nos in iis tantum, quas noscere magis opportunum est, illud expendemus.

I. *Statera* (*fig.* 42), est vectis primi generis. Hypomochlium est C; resistentia R; potentia magis minusve ab hypomochlio remota P. Æquilibrium datur quum distantia C P est ad distantiam C D, ut resistentia R ad potentiam P. At animadvertendum est, partes duas C D, & C F jugi partem facere, alteram resistentiæ R, alteram potentiæ P. Et quum pars C F parte C D sit passim gravior, plures divisiones inter C P omittuntur, ut hic virium excessus, quem potentia P ex vectis pondere acquirit, compensetur.

II. *Forcipes* quæcumque duplicem primi generis vectem complectuntur. Hypomochlium est clavus, circa quem motus fit; manus potentia est, corpus incidendum, seu detinendum, resistentia. Quo major potentiæ ab hypomochlio distantia resistentiæ ab hypomoclio distantiam excedit, eo vis relativa potentiæ major evadit; pars enim vectis, quæ a manu premitur, & pars ejusdem vectis corpus prementis moveri nitun-

cuntur per arcus similes, qui inter se sunt ut radii ad potentiam, & resistentiam terminati.

III. *Lintres* sunt vectes secundi generis. Aqua, in quam agit remi extremitas, hypomochlii munus gerit, linter est resistentia; manus in aliam remi extremitatem agens potentia est.

IV. *Naves veligeræ* sunt vectes primi generis. Venti in vela, & malos agentes potentia sunt; aqua findenda est resistentia: punctum, in quo mali navi insistunt, est hypomochlium. Quo vela ampliora, & altiora sunt, eo potentiæ actio major est, majori enim vecte agit. Gubernaculum aquam findens directione modo parallela, modo venti impulsioni obliqua navi directionem indit huic impulsioni modo parallelam, modo obliquam.

CAPUT II.

ACTIO OBLIQUA VECTI.

Postquam potentiæ actionem consideravimus vecti perpendicularem, hujus potentiæ actio vecti obliqua consideranda est. Quum machinas omnes tamquam vectes perpendere statuerimus, theoria hæc virium obliquarum omnibus accommodabitur.

THEOREMA I.

434. *Eadem potentia eidem vectis puncto applicata maximam vim habet quum agit directione vecti perpendiculari; quum vero agit directione vecti obliqua ejus vis eo magis minuitur, quo magis directio obliqua est.* (*fig.* 49.)

DEMONSTRATIO. Experientiæ theoria adstipulatur in theoremate demonstrando. Experientia rem ostendit, ratio probat.

EX-

EXPERIMENTUM. Sint potentiæ duæ æquales A, & B, quarum directiones DA, EB sint duobus æqualibus brachiis vectis DE perpendiculares: directio potentiæ A semper sit perpendicularis DA; directio vero potentiæ B modo sit perpendicularis AB, modo obliqua EF sub angulo acuto CEF, modo obliqua EG sub angulo obtuso CEG. Puncta F, & G sunt duæ parvæ trochleæ, in quibus potentia B libere movetur.

Potentia B in directione perpendiculari EB æquilibrium facit cum potentia opposita A. Verum hæc potentia B in directione obliqua EG, vel EF minor est potentia opposita A; adeo ut si potentia B sit pondus librarum decem, aut duodecim, aliquot libræ ad æquilibrium restituendum erunt addendæ; & eo majus pondus addendum erit, quo magis ejus directio obliqua fiet. Ergo potentia quævis B eodem funiculo eidem vectis puncto suspensa maximam vim habet quum agit directione vecti perpendiculari, in hac enim directione ejus vis vim oppositæ potentiæ A æquat; in nulla vero obliqua directione vim potentiæ A, quæ directionem semper eandem servat, æquat. Ergo vis potentiæ B eo minor est, quo magis ejus directio est vecti obliqua; ut enim vis potentiæ B fiat vi constanti potentiæ A æqualis, eo magis augendum est pondus potentiæ B, quo magis hujus potentiæ directio fit vecti obliqua. Experientiæ theoriam subiiciamus.

EXPLICATIO. Facile est hanc virium imminutionem explicare in potentia, cujus actio fit vecti obliqua.

Quum potentia B agit directione vecti perpendiculari, ejus *actio totalis* insumitur in attollenda opposita potentia A directione suæ opposita. At quum potentia B agit directione EG vecti obliqua, ejus actio totalis in duas peculiares actiones dividitur, seu decomponitur EH, EK,

EK, quibus describeret diagonalem EG. *Prima* EH agit in hypomochlium C, quod promovere nititur directione EH: pars hæc suæ actionis in attollendo corpore A nihil agit. *Altera* EK agit in corpus A; pars hæc tantum corpus A attollere nititur directione suæ EB opposita. Potentia B igitur directione obliqua EG debilior effecta est respectu oppositæ potentiæ A; totalis actio siquidem, quam potentiæ A opponebat, in partes duas divisa est, quarum altera in potentiam A nihil agit.

Pari modo quum potentia B agit directione obliqua EF, ejus actio totalis decomponitur in duas EN, EK. Prima EN in hypomochlium C nititur, quod retrahere conatur quantitate EN; pars hæc actionis potentiam oppositam attollere non nititur. Altera EK in corpus A exercetur; unica hæc actionis pars potentiam oppositam attollere nititur. Itaque potentia B actione sua obliqua EF minuitur respectu potentiæ A: tunc enim, ut supra, actio totalis, quam potentiæ A obiiciebat, quum perpendiculariter vecti agebat, in duas dividitur, quarum altera in potentiam A nihil agit.

CONCLUSIO. Potentia, cujus actio vecti obliqua fiat, totalem actionem suam in duas dividit, quarum altera in hypomochlium tota exercetur, nec in oppositam potentiam agit: quo major est obliquitas, eo major est vis totalis pars, quæ contra hypomochlium frustra insumitur. Ergo potentia, cujus actio vecti obliqua fiat, oppositæ potentiæ totam suam vim non obiicit. Ergo quo magis actio potentiæ fit vecti obliqua, eo minor est ejus pars, qua in oppositam potentiam agit. Q. E. D.

435. NOTA. Facile est potentiæ imminutionem invenire, cujus actio perpendicularis obliqua fiat. Quum enim vis totalis a diagonali EG expressa æquivalenter emergat a duabus viribus conspirantibus EH, EK; vis hæc totalis in

duas

duas partiales hac simplici analogia decomponetur: vis totalis EG est ad ejus partem in oppositam potentiam A agentem, ut latus EK est ad latus EH. (351, 354)

THEOREMA II.

436. *Quum eadem potentia eidem vectis puncto applicata agit successive a directione perpendiculari ad maxime obliquam, ejus vis, sive actio minuitur in ratione normalium ductarum ab hypomochlio ad diversas ejus directiones.* (*fig.* 55)

DEMONSTRATIO. Sint potentiæ duæ æquales R, & P singulæ unius libræ, & æque ab hypomochlio distantes directione vecti perpendiculari. Directio A R potentiæ R semper vecti B A perpendicularis perseveret; potentia vero P diversos subeat obliquitatis gradus vecti B C, quem divisum supponemus in tres æquales partes 1, 2, 3. Experientia sequentia ostendit.

I. Quum potentia P agit directione C P vecti perpendiculari, duæ potentiæ oppositæ sunt in æquilibrio: earum actio utrinque maximam vim obtinet; & hæc actio est in ratione normalium B A, B C ab hypomochlio ad cujusque potentiæ directionem ductarum.

II. Capiat vectis potentiæ P flexum A B N: hujus potentiæ directio N *n* ad hypomochlium accedet tertia vectis parte; & tertia parte augendum erit ejus pondus *p*, ut oppositæ potentiæ æquilibretur. Pondus unius libræ in directione C P vecti perpendiculari æquilibrium efficiebat: libræ unius, & semis pondus requiretur in directione N *n* vecti obliqua ad æquilibrium restituendum. Actio igitur hujus potentiæ sub angulo acuto B N *n* imminuta est tertia sui parte, ut ejus ab hypomchlio distantia.

III. Sumat vectis ejusdem potentiæ P inflexio-

xionem A B M ; hujus potentiæ directio M *m* ad hypomochlium accedet duabus tertiis partibus longitudinis sui vectis ; & duabus tertiis partibus, seu libris duabus augendum erit ejus pondus , ut potentiæ oppositæ æquilibretur . Actio hujus potentiæ sub angulo magis acuto B M *m* imminuta est igitur duabus tertiis partibus, ut distantia ejus ab hypomachlio .

IV. Ejusdem potentiæ P vectis inflectatur in A B O : hujus potentiæ directio per hypomochlium transibit : ejus actio tota in hypomochlio premendo insumpta respectu potentiæ oppositæ omnino nulla erit .

V. Ejusdem potentiæ vectis inflectatur in A B V ita, ut potentiæ directio producta transeat in *v* ad æqualem a B , & C distantiam : massa P duplicanda erit ad æquilibrium obtinendum . Actio igitur hujus potentiæ sub angulo obtuso B V *d* imminuta est parte dimidia , ut ejus distantia ab hypomochlio . Q. E. D.

437. COROLLARIUM I. Quoniam nisus potentiæ maximus est quum agit directione vecti perpendiculari ; *semper æstimari poterit actio potentiæ ex perpendiculari ab hypomochlio ad ejus directionem ducta*. Exempli causa (*fig.* 56) :

I. Potentia P maximam actionem habet in directione C P ; ejus actio erit ut B C , quæ est normalis ab hypomochlio ad suam directionem C P ducta .

II. Agat potentia P directione obliqua C F ejus actio erit ac si perpendiculariter ageret per vectem B *n* , qui est normalis ab hypomochlio ad suam directionem productam F C ducta .

III. Agat deinde potentia P directione obliqua C H ; erit ejus actio ac si perpendiculariter ageret per vectem B *m*, qui est normalis quoque ab hypomochlio ad ejus directionem H C *h* productam ducta .

IV. Agat tandem hæc potentia P directione obliqua C V : erit ejus actio ac si ageret per-

pen-

pendiculariter per vectem Bx, qui est perpendicularis ab hypomochlio ad ejus directionem CV ducta. (*Math.* 407)

438. COROLLARIUM II. *Actio potentiæ eidem vectis puncto applicata æque æstimari potest,*

Vel ex normalibus (*fig.* 56) Bm, Bn, Bu, BC ab hypomochlio ad diversas hujus potentiæ directiones ductis:

Vel (*fig.* 55) ex normalibus Mb=Bm, Nb =Bn, Vb= Br, ductis ab extremitate sui vectis ad lineam OBX per hypomochlium transeuntem parallelam directioni perpendiculari potentiæ ad eundem vectem.

439. NOTA. Præcedens theorema hoc alio pacto enunciari potest. *Quum eadem potentia eidem vectis puncto applicata agit successive a directione perpendiculari usque ad maxime obliquam; ejus actio, seu nisus decrescit in ratione sinuum angulorum, quos diversæ suæ directiones cum vecte efficiunt.* (*fig.* 57)

EXPLICATIO. Potentia P maximam vim habet quum agit directione CP vecti perpendiculari. Ponamus, vim hanc esse æqualem lineæ CG, quæ est sinus anguli recti BCG. (*Math.* 634)

I. In directione obliqua CF sub angulo obtuso BCF vis totalis potentiæ decomponitur in duas vires partiales, quarum una CN nulla est in potentiam oppositam (434), altera CM sola in potentiam oppositam agit. Linea FN, quæ est sinus anguli BCF, & æqualis lineæ CM, erit igitur expressio potentiæ P in directione CF. Potentia agens in P erit igitur ad eandem potentiam agentem in F, ut sinus GC ad sinum FN.

II. In directione obliqua CK sub angulo acuto BCK vis totalis potentiæ æque decomponitur in vires duas partiales, quarum una CT in potentiam oppositam nulla est; altera CD=KT sola agit in potentiam oppositam. Linea KT,

quæ

quæ eſt ſinus anguli BCK, erit igitur expreſſio potentiæ in directione CK. Erit igitur potentia agens in P ad potentiam agentem in K, ut ſinus GC ad ſinum KT.

440. COROLLARIUM. Hinc ſequitur, *vel ipſo calculo inveniri poſſe imminutionem virium in omnibus diverſis ſuæ obliquitatis gradibus*; ſatis enim eſt vim perpendicularem ſinui toti æqualem ſupponere, atque hunc ſinum ſinibus angulorum acutorum, aut obtuſorum comparare, quos directio potentiæ efficit quum vecti obliqua ſit. Sinus hi omnes invenientur ad calcem voluminis matheſeos huic operi adjecti. Exempli cauſa:

Potentiæ vis in directione vecti perpendiculari ſit maſſa 10 ducta in 6 velocitatis, ſeu radii ſeu vectis. Ejus niſus, ſeu actio perpendicularis erit $10 \times 6 = 60$. Vis hæc $= 60$ erit ut ſinus anguli recti, ſeu ſinus totus 100000.

Quinam erit niſus hujus potentiæ eidem vectis puncto applicatæ in directione vecti obliqua ſub angulo graduum 40? Facile invenietur hac analogia: vis perpendicularis 60 eſt ad vim ignotam x, ut ſinus totus eſt ad ſinum anguli 40 graduum. $60 : x :: 100000 : 64279$.

Nutatio corporum in æquilibrio.

441. EXPERIMENTUM I. Si duabus vectis inflexi ABC extremitatibus in hypomochlio mobilis affigantur globi duo A, & C ita, ut in poſitione ABC habeatur æquilibrium: quocumque modo vectis inclinetur, poſt nonnullas nutationes priſtinæ poſitioni ABC reſtituetur (*fig.* 39)

EXPLICATIO. Centrum gravitatis in duobus hiſce corporibus æquilibratis in duorum globorum centro ſitum eſt (412). Ibi duæ potentiæ oppoſitæ confligunt invicem lineis AV, CV, quæ reſpectivas earum diſtantias metiuntur

tur a linea BF; in qua est hypomochlium. (439)

I. Si vectis BA inclinatur ita ut centrum gravitatis ex A transeat in *m*; centrum gravitatis C transit in *n*. Potentia C, cujus vectis major effectus est, aucta jam est; dum interea potentia A, cujus vecti *mt* minor effectus est, imminuta est. Quare potentia C delata in *n* descendit motu accelerato per arcum *nr*, & potentiam oppositam, quæ erat in *m*, cogit ascendere in *s*.

II. Potentia A delata in *s* jam vectem habet longiorem vecte *rt* potentiæ oppositæ; quare quum magis polleat, ipsa quoque descendit motu accelerato per arcum *sm*, & cogit potentiam oppositam attolli in *n*. Hinc oscillatio quædam oritur, quæ perseverabit, donec affrictus in hypomochlio, & aeris resistentia omnino motum extinxerint, qui inflexionem ex A in *m* effecit.

Ex hac theoria innumera phænomena æquilibrii explicari possunt, in quibus ars ita pondera disponit, ut corpus nullam in partem inclinari possit, quin centra gravitatis semper ad terræ centrum nitentia illud cogant pristinæ suæ verticali positioni restitui. Exempli causa; si BD sit exiguum corpus solidum cuspide terminatum & superficiei politæ, & aliquantum cavæ impositum; quacumque ratione, & in quamcumque partem corpus BD inclinetur, suæ directioni BD restituetur: nullam enim in partem inflecti potest, quin pondera BA, BC a naturali gravitationis linea recedant, ad quam semper redeunt. Debent, ut patet, centra gravitatis infra hypomoclium D esse collocata.

442. NOTA. Si duo globi A, & C non jam vecti infixi sint, sed funiculo vecti suspensi sint, ut globi duo H, & K (*fig.* 41); quamcumque inflexionem *mn* subiret vectis ADB, centra gravitatis ad lineam CF proportionaliter acce-

de-

derent, & semper eandem distantiæ rationem ab hypomochlio servarent. Quare rectæ bilancis jugi nutationes non semper ab eadem causa procedunt, a qua nutatio, de qua sermo.

443. EXPERIMENTUM II. Sit AB jugum bilancis in æquilibrio, & quiescens in directione sua horizontali. (*fig.* 48)

Si jugum hoc AB inclinatur in *a b*, tollitur æquilibrium: punctum *a* descendit exiguo motu accelerato in *c*; a puncto *c* ascendit in *a*, ut iterum eodem modo ad *c* descendat; donec vi nutationem efficiente ab axis affrictu, & ab aeris resistentia prorsus extincta, vectis tandem in horizontali directione AB quiescat.

Nullibi genericam phænomeni hujus explicationem invenimus. Explicationes perpendantur ab auctoribus traditæ, quos magni facimus; eæ omnes falsæ deprehendentur saltem si generales sint; & si phænomenon in una hypothesi explicare videntur, aut in data quadam bilancis constructione, in alia hypothesi, aut in alia bilancis constructione opposita, in qua quoque phænomenon contingit, evidenter falsæ sunt. Nos explicationem nostram subiiciemus, quæ in quavis hypothesi valere nobis videtur. (*fig.* 50)

EXPLICATIO. Ut & theoria, & figura illi inserviens simplex sit, bilancis lances supprimamus, & earum gravitatem supponamus in duobus globulis extremitati jugi AB infixis. Ponamus quoque, globulos hos A, & B æquales esse, & homogeneos; eorumque vectes CA, CB rectos, æquales, & perfecte similes. Quocumque modo inclinetur jugum AB, hoc semper utrinque angulos æquales efficit cum linea gravitationis GH; & duæ potentiæ A, & B jugi hujus extremitatibus infixæ æque semper aut ad hypomochlium accedunt, aut ab illo recedunt. Exempli causa, in inflexione *a b* angulus *a*CG angulo *b*CH ad verticem opposito æqualis est: linea *a s*, & æqualis *b v* vectis poten-

tentiarum duarum obliquarum longitudinem metiuntur. Harum virium *a*, & *b* massæ, & velocitates sunt æquales; quare ergo vires hæ duæ æquales, & oppositæ non æquilibrantur, & quiescunt in punctis *a*, & *b* ut in punctis A & B?

I. Quum jugum, seu vectis AC est horizontalis, vires motrices A, & B sunt in æquilibrio, propterea quia earum massæ sunt æquales, & earum nisus ad motum æqualis est, & oppositus. Si enim potentia A tempore infinite parvo moveri nititur per arcum A*m*; potentia opposita B quoque tempore infinite parvo moveri nititur per arcum æqualem B*b*. Potentiæ oppositæ A, & B arcus hos duos A*m*, B*b* percurrere nitentes nituntur æque ad lineam GH accedere in omnibus sui motus punctis successivis.

II. Quum jugum, seu vectis inclinationem quamvis *a b* assequutus fuerit in linea horizontali, duæ potentiæ oppositæ non amplius erunt in æqulibrio: potentia in *a* sita magis pollebit; quam potentia in *b* sita. Ut rei hujus ratio intelligatur actionem cujusque potentiæ in hac positione *a b* separatim consideremus. Primo potentia *a* nititur tempore infinite parvo accedere ad centrum terræ per arcum *a* A, qui *vectem* suum efficeret *semper crescentem* ab *a s* ad AC; dum potentia opposita *b* nititur eodem tempusculo accedere ad centrum terræ per æqualem arcum *b r*, qui *vectem* suum efficeret *semper decrescentem* a *b v* ad *r x*. Subinde potentia *a* nititur moveri per arcum *a* A, in quo ejus directio fiet perpetuo *minus* vecti *obliqua*; dum potentia *b* nititur moveri per æqualem arcum *b r*, in quo ejus directio perpetuo fieret vecti *magis obliqua*. Atqui si duæ velocitates initiales ceterum æquales sint, ea quæ exeri nititur per vectem crescentem, & directione vecti minus obliqua, illam vincere debet, quæ exeri nititur per vectem decrescentem, & directione magis

gis

gis obliqua. Ergo potentia in *a* æqualem potentiam in *b* vincere debet; ergo potentia in *a* descendere debet motu accelerato usque in A, & æqualem potentiam in *b* cogere attolli motu accelerato usque in B.

Potentia ab *a* in A descendens in A sisteret, si vectes crescentes ab *a* usque ad A, ubi crescere desinunt, motum suum non accelerassent. Verum ex velocitate acquisita in transitu ab *a* in A descendet adhuc infra A per arcum A *m* arcui *a* A ferme æqualem. Dum habetur hic motus *a m*, potentia opposita attollitur in *n*, ubi æque prævalet potentiæ A, ac ista illi prævaluerit in *a*. Itaque potentia B translata in *n* nitetur descendere per vectes crescentes; & directione minus obliqua ex *n* in B, ubi ejus velocitas acquisita illam adhuc promovebit versus *b*.

Dum potentia B descendit ab *n* in *b*, potentia opposita ascendit versus *a*, & primam dispositionem ad agendum obtinet vectibus crescentibus, & directione minus obliqua. Idem motus alternus ex *a* in *m*, & ex *m* in *a* perseverabit donec ambæ potentiæ oppositæ ex axis affrictu, & aeris resistentia motum omnem amiserint illis ab inflexione *a b* impressum; tunc verò quum neutra alteri præstet, in primitiva sua directione normali vecti horizontali A B ad æquilibrium redibunt & quiescent.

Valeret eadem theoria, si duæ massæ A, & B essent inæquales, & in ratione inversa suarum distantiarum ab hypomochlio; æquilibrium haberetur in positione horizontali vectis A B; at æquilibrium tolleretur in directione *a b*, aut *m n*: tunc enim alterutra ex oppositis viribus moveri niteretur per vectes crescentes, & directione his vectibus minus obliqua; dum alia moveri niteretur per vectes decrescentes, & directione his vectibus magis obliqua.

444. NOTA. Postquam explicavimus quare po-

potentia in *a* sita descendat versus *m*; ostendendum est, causam hujus phænomeni a nobis assignatam eam unicam esse, quæ assignari possit:

I. Potentia victrix, quæ agit in *a* contra oppositam in *b* aliquanto remotior est a centro terræ, quam opposita: hac positione non modo non augetur, imo minimum quid minuitur, quod tamen nihil faciendum est (364).

II. Potentia victrix agens in *a* non modo hac positione vectem suum non producit, imo minimum quid illum breviat; in hac positione siquidem hypomochlium est in parte foraminis puncto *a* propinquiore. Non ergo prævalet ex aucta sui vectis longitudine.

III. Vectis A B ita construi potest, ut ejus centrum gravitatis sit infra axem, aut hypomochlium; tunc vero hoc centrum potentiæ in *a* sitæ favebit, quæ descendet motu adhuc magis accelerato ratione duplicis causæ illum producentis. At centrum hoc gravitatis vectis potest æque in ipso medio axis foramine statui; tunc vero nutatio, quæ adhuc habetur, alteri causæ, quam a nobis statutæ tribui nequit.



§. III.

THEORIA TROCHLEÆ.

445. DESCRIPTIO. Trochlea est corpus circulare supra suum centrum mobile, & cujus periphæria *canaliculo* excavata est, cui funis, aut catena inseratur, cui hinc potentia, illinc resistentia admovetur. Trochlea passim in *scapo* GE movetur supra *axem* G aut scapo, aut trochleæ infixum. Trochlea aut mobilis est, aut immobilis.

I. *Trochlea immobilis* dicitur, quæ non nisi cir-

circa suum centrum, & supra suum axem movetur. Hujusmodi est trochlea BDC immobiliter punctis EG affixa. (*Fig.* 58.).

II. *Trochlea mobilis* dicitur, quæ movetur, & simul cum corpore, quod sustinet, locum mutat. Hujusmodi est trochlea SEG, quæ eum corpore R attollitur, & deprimitur circa suum centrum G rotando (*Fig.* 59.).

Trochlea sive mobilis sit, sive immobilis, efficit (ut vectis primi generis) oppositam potentiæ P, & resistentiæ R actionem. Potentia P descendere nequit, quin resistentia R ascendat; & reciproce.

CANON UNICUS.

446. *Trochlea immobilis neque potentiæ, neque resistentiæ actionem auget: trochlea mobilis potentiæ actionem duplicat.*

DEMONSTRATIO. Ad theoriæ simplicitatem supponemus, potentiæ, & resistentiæ directiones esse inter se parallelas, ut passim esse solent. Si alterutra potentiarum oppositarum obliquitate actionis minuitur, trochlea immobilis ejus vim quamcumque non immutabit, trochlea mobilis illam duplicabit (*fig.* 58, 59.).

I. Sit *trochlea immobilis* BDC capo suo ad punctum E fixa. Hæc est ut *vectis primi generis*, in quo potentia P, & resistentia R ab hypomochlio G æque distant, sive a puncto trochleæ, in quod tota gravitas, sive actio potentiarum oppositarum P, & R collecta est. Sive æquilibrium habeatur, sive non, vectis potentiæ P est semper radius BG; & vectis resistentiæ alter radius CG; ergo potentia P, & resistentia R agunt suis viribus absolutis nullo augmento, aut decremento, earum enim vectes sunt æquales.

Ceterum si motus fieret; dum potentia P moveretur per arcum DB, resistentia R move-

retur per æqualem arcum C D, & reciproce. Quare velocitates exercitæ, seu exerceri nitentes tum in potentia, tum in resistentia sunt necessario æquales. Ergo nec potentia, nec resistentia ullum virium augmentum in machinæ evolutione adipiscuntur. Q. E. D.

II. Sit *trochlea mobilis* S E C, quæ scapo suo pondus R sustineat, cujus gravitas, seu resistentia centro G trochleæ insidet. Trochlea hæc est veluti *vectis secundi generis*: hypomochlium est in S; vectis resistentiæ est radius GS; vectis potentiæ duplus est; ergo dupla quoque est potentiæ vis. Si in alio quovis puncto M hypomochlium concipiatur, vectis resistentiæ erit X M, & vectis potentiæ N M prioris duplus.

Ceterum quum potentia P pedem unum deprimitur, resistentia R dimidium pedem tantum attollitur; & quum hæc dimidium pedem descendit, illa pedem ascendit; ergo semper potentia duplam velocitatem habet aut exercitam, aut exerceri nitentem; ergo vis relativa potentiæ semper suæ vis absolutæ dupla est. Q. E. D.

POLYSPASTUM.

447. DEFINITIO. *Polyspastum* dicitur trochlearum collectio, quarum aliæ mobiles sunt, aliæ immobiles. (*fig.* 63.).

Troclheæ A, & B sunt immobiles; M, & N mobiles. Quatuor hæ trochleæ simul collectæ polyspastum efficiunt.

448. COROLLARIUM. *Quum potentia per polyspastum agit, ejus vis relativa crescit in ratione dupla trochlearum mobilium polyspasti*. (*fig.* 63.).

EXPLICATIO. Ratio horum est, quia vectis potentiæ fit duplo longior ex prima trochlea mobili; & adhuc duplo longior ex altera trochlea mobili; atque ita porro; & poten-

tia,

tia, quum motus datur, toties duplum resistentiæ spatium percurrit, quot in polyspasto trochleæ mobiles sunt. In polyspasto A B N M duæ sunt trochleæ mobiles M, & N; & quum motus datur in potentia P, & in resistentia R, potentiæ velocitas velocitatis resistentiæ quadrupla est.

Non proinde sequitur, posse polyspasto potentiæ vim in infinitum augeri; quum enim nimius est trochlearum numerus, magis potentiæ nocet affrictus, quem pariunt, quam additæ trochleæ favere possint.

Polyspasti constructio ab exposita in figura diversa esse potest; at effectus est semper idem; hæc enim machina trochleis partim immobilibus semper constat, partim mobilibus, quarum quælibet potentiæ vim duplicat.



§. IV.

THEORIA AXIS IN PERITROCHIO.

449. DEFINITIO. Axis *in peritrochio* machina est constans cylindro solido M N, qui circa suum axem convertitur ope quorundam vectium decussatorum *a b*, qui sunt veluti cylindri hujus radii producti (*fig.* 61.).

I. Quum cylindrus M N, circa quem funis S R volvitur, est horizontalis, machina hæc dicitur *axis in peritrochio*.

II. Quum hic idem cylindrus A B horizonti perpendicularis est, machina dicitur *ergata*, (*fig.* 62.).

Vectium decussatorum loco *a b*, aliquando circa cylindrum ponitur tympanum C D (*fig.* 60.), prælongis transversis insertis fustibus instructum ad majus potentiæ commodum, quæ successive fustibus hisce applicata, toties cylin-

drum converti facit, quoties tympanum C D convertitur. Sæpius quoque solum hominis pondus in tympano gradientis ad radiorum extremitatem potentiæ munus gerit.

CANON UNICUS.

450. *Quum potentia per axem in peritrochio, aut per ergatam agit, vis ejus relativa est ad absolutam, ut radius tympani, aut cylindri productus est ad simplicem cylindri radium.*

DEMONSTRATIO. I. Vis potentiæ relativa est ad absolutam, ut potentiæ velocitas ad resistentiæ velocitatem. Atqui quum potentia efficit, ut integram tympanum, seu radii producti cylindri revolutionem compleant, funis resistentiam R sustinens unicam tantum circa cylindrum revolutionem efficit; ergo potentiæ, & resistentiæ velocitates sunt inter se ut hæ periphæriæ, quæ inter se sunt ut earum radii (*Math.* 473.). Ergo vis relativa potentiæ, quæ est ut ejus velocitas velocitati resistentiæ comparata, tanto vim suam absolutam excedit, quanto radius, per quem agit, radium cylindri excedit, ad quem accedit resistentia. Q. E. D

DEMONSTRATIO II. Regula hæc est tantum ipsa vectis theoria machinæ applicata, quæ ipsa quoque vectis est primi, aut secundi generis pro actione potentiæ aut ad partes resistentiæ, aut ad partes oppositas. Tantum itaque vectis machinamentum in hac machina perpendendum est (*fig.* 61.).

Cylindrus M N considerari potest tamquam trochlea immobilis multo crassior, cujus fulcrum est M N. Centrum gravitatis, & hypomochlium ubique est in axe cylindri: vectis resistentiæ est cylindri radius; vectis potentiæ est radius cylindri productus *r a*, seu radius ipse tympani cylindrum ambientis. Ergo vires abso-

solutæ potentiæ, & resistentiæ si æquales supponantur, vis relativa potentiæ erit ad ejus vim absolutam, ut ejus vectis ad vectem resistentiæ. Ergo vis relativa potentiæ est ad ejus vim absolutam, ut radius tympani, sive ut radius productus cylindri ad simplicem cylindri radium. Q. E. D.

451. COROLLARIUM. Quo longior est tympani, aut vectis radius, & brevior cylindri radius, eo vis, aut actio potentiæ major est; quare si tympani radius radio cylindri vicies, aut tricies major est, vis relativa potentiæ fit vi absoluta vicies, aut tricies major.

Supponimus, potentiam semper agere directione suo vecti perpendiculari, seu directione, quæ esset tangens tympani, seu radii producti, qui vectis potentiæ munus agit. Si enim potentia agat directione obliqua radio, qui illi vectis loco est, vis ejus relativa minuitur in ratione sinuum angulorum, quos diversæ ejus directiones cum vecte efficiunt (440.). Quare si ponamus vim relativam potentiæ vecti perpendicularis fieri debere tricies majorem sua vi absoluta; si per eundem vectem agat sub angulo, cujus sinus sit sinus totius dimidius, ejus vis relativa erit tantum quindecies major.

In universa hac theoria affrictus non attenditur, qui potentiæ obsistit, & fit pars resistentiæ. Ad calcem tractatus de hoc agemus.

Pistrinum.

452. APPLICATIO I. Machinula, qua cahuæum trituratur, pistrina aqua, aut vento versatilia, machina ad veru vertendum ad axem in peritrochio referuntur.

I. In machinis, quibus cahuæum, & piper trituratur, radius manubrii est vectis potentiæ, radius cylindri, aut coni striati est vectis resistentiæ: resistentia est summa granorum om-

nium, in quæ conus hic agit; hypomochlium est axis coni.

II. *In pristinis aqua motis* impulsio aquæ fluentis motu accelerato est potentia: arbor horizontalis est cylindrus, in cujus axe & hypomochlium, & centrum motus resistentiæ imprimendi continetur: molæ convertendæ, & grana trituranda sunt resistentia. Magnæ rotæ cylindro adnexæ quovis instante aquæ impulsioni perpendiculares sistuntur, & longos vectes potentiæ sufficiunt: dentes cylindri rotas moventes, a quibus molæ convertuntur, minores vectes resistentiæ exhibent. Idem machinamentum, quo molæ pistrini convertuntur, & malleos attollit in fabrorum fornacibus, & in chartæ officinis, & apud fullones, & agit in serico opificio, aliisque hujusmodi.

III. In *machinis vento motis* interpulsio venti potentiae munus gerit (852): reliqua machina a ceteris pistrinis non differt.

IV. Machinæ coquinariæ ad veru vertendum sunt axes in peritrochio, qui convertuntur aut ope elasterii se dilatantis, aut ope ponderis gravitantis ad extremitatem radii horizontalis rotæ, aut tympani; aut vaporis ignei impulsu, qui in obliquas horizonti alas rotæ id praestat, quod ventus in alis pistrini.

Grus architectonica.

453. APPLICATIO II. *Grus architectonica*, (*fig.* 60.), est machina ad magna pondera ad ingentes altitudines attollenda: est axis in peritrochio ita constructus, ut tota ejus pars CDHPNK supra axem K convertatur; quare, immota basi S, pars P N quaquaversum, ut lubet, convertitur.

Funis sustinens onus R per trochleas immobiles N, & P excurrit dum in spiram advolvitur cylindro D H. Quum tympanum a poten-

tentia motum intestram revolutionem efficit, funis circa cylindrum spiralem describit; & resistentia R attollitur, aut demittitur quantitate huic spirae aequali. Velocitas ergo potentiae est ad velocitatem resistentiae, ut tympani peripheria ad cylindri peripheriam, sive ut tympani radius ad cylindri radium. Vis ergo relativa potentiae est ad ejus vim absolutam, ut radius tympani ad radium cylindri.

Rota dentata.

454. APPLICATIO III. Rotae dentatae ad axem in peritrochio referuntur. Oportunae illae sunt motum aut crescentem, aut decrescentem ab uno in aliud corpus transmittere, & potentiae, aut resistentiae vim relativam in infinitum augere, vel minuere. Exempli causa, (*fig.* 65.).

Sit potentia P, quae nitatur attollere resistentiam R mediis tribus rotis F, E, D. Tres hae rotae supra suum axem immobilem convertuntur, ut trochlea immobilis in suo fulcro.

I. Quo tempore rota F a potentia P conversa integram revolutionem supra suum axem explebit, ejus nucleus dentatus O exigua tantum revolutionis parte rotam dentatam E convertet, quae nucleo O dentes inserit.

II. Quo tempore rota dentata E integram revolutionem explet, ejus nucleus N rotam dentatam D sibi insertam exigua tantum parte convertit.

III. Quo tempore rota dentata D integram revolutionem explebit, funis resistentiam R sustinens semel tantum parvi nuclei salientis M peripheriam ambiet; & corpus R movebitur tantum quantitate exiguae huic peripheriae M aequali.

Hoc machinamento potentia P velocitatem obtinebit multo majorem resistentia R; & ejus

vis relativa erit ad absolutam, ut ejus velocitas ad resistentiae velocitatem. Ponamus, exempli causa, in nucleo saliente O esse dentium numerum decies minorem numero dentium rotae E; in nucleo N decies minorem dentium numerum, quam in rota D; in nucleo M peripheriam decies minorem peripheria rotæ D: rota F velocitatem habebit decuplam velocitatis rotæ E, centuplam velocitatis rotæ D; millecuplam velocitatis nuclei M resistentiam attollentis. Ex opposita ratione, si resistentia R descenderet, potentia P ascenderet millecupla velocitate.

IV. Si nucleo M substituatur rota dentata *x*, quæ inseratur cylindro, aut parallelepipedo dentato YZ; machina fiet apta immensa pondera attollere. Machina hæc *cric* vulgo dicitur. Ut motus machinæ huic imprimatur, manubrium adhibetur, quod est vectis potentiæ commodus, & ejus actionem augens. Adhiberi quoque potest cochlea infinita (*fig.* 53.); tunc vero prima quoque rota F dentata esse debet.

Cochlea horologiorum.

455. APPLICATIO IV. In horologiis elasterio motis phænomenon habetur animadversione dignum; *vis* scilicet *perpetuo decrescens constantem effectum producens*. (*Fig.* 64.).

I. Potentia totum horologii artificium movens est elasterium AMB. Est hoc lamina chalybea elastica in se ipsam circumvoluta, & *tympano* inclusa, quod, dum ipsa evolvitur sua elasticitate, convertit (232), & circa quod in spiras advolvitur catenula rotas omnes movens. At hoc elasterium maxima sua vi pollet quum maxime tensum est; quove magis relaxatur, eo magis ejus vis minuitur. Quare motum rotis magis, magisque decrescentem indere deberet; adeoque horas, quas indice notat, semper longio-

giores exhibere a maxima sua tensione quousque totum relaxatum fuerit. Cochlea C D huic incommodo occurrit.

II. *Cochlea* hæc est species quædam axis in peritrochio coni truncati formam obtinens in axe C D mobilis: circa conum hunc excavatæ sunt spiræ, quibus advolvitur catena B; omnium rotarum resistentia in hujus coni axem colligitur. Elasterium catenam trahens, & dum evolvitur cochleam movens, successive pro vectibus habet diversos radios *d n*, D N; qui a C ad D semper crescunt. Quum elasterium maxima vi pollet, catenam trahit, & rotam movet minimis radiis, aut vectibus *d n*; quum vero ejus vis minima effecta est, catenam trahit, & rotas movet maximis radiis, seu vectibus D N. Opificis ars in eo sita est, ut cochleæ radios ea ratione crescentes efficiat, qua elasterii vis imminuitur.

Si in majori ratione crescunt cochleæ radii, quam elasterii vis decrescat, rotarum motus velocior fieret, quo magis elasterii vis imminueretur; horariæ revolutiones magis, magisque breves essent; & vis perpetuo decrescens effectum perpetuo crescentem pareret. Si in minori ratione crescerent cochleæ radii, quam elasterii vis decrescat, rotarum motus magis, magisque retardaretur, & horariæ indicis revolutiones perpetuo lentiores fierent, quam oporteat ad tempus accurate dividendum. Ut ratio vis in elasterio decrescentis ad cochleæ radios crescentes inveniatur, necessario tentando res peragenda est; quum enim elasteria nunquam sint ubique æque flexilia, & elastica, theoria hac in re certa præcepta tradere nequit.

§. V.

THEORIA PLANI INCLINATI.

456. DESCRIPTIO. P*Lanum inclinatum* est planum, quod cum horizonte angulum efficit magis, minusve inclinatum. Si linea B C horizontem referat, & linea A B tabulam, aut viam; erit A B planum inclinatum; angulus acutus A B C erit angulus suæ inclinationis. (*Fig.* 51.).

I. Si puncto B immoto, planum A B ab A in M moveretur; inclinatio plani cresceret usque in M, ubi non jam inclinatum esset, sed verticale.

II. Si puncto B immoto, planum A B ab A in C moveretur; inclinatio plani usque in C minueretur; ubi non jam inclinatum esset, sed horizontale.

III. *Longitudo plani inclinati* dicitur linea, seu superficies A B oblique horizontem secans: *altitudo plani inclinati* dicitur linea, seu superficies A C, quæ horizontem perpendiculariter secat.

457. EXPERIMENTUM. Sit globus R plano inclinato A B C impositus, funiculo A D trochleæ D advoluto sustentatus.

I. Corpus minus grave, quam sit R, æquilibratur in P corpori R. Ergo *planum inclinatum partem gravitatis corporis sibi impositi sustentat, aut elidit.*

II. Quo magis angulus inclinationis A B C acutus est, eo minus corpus in P suspensum grave esse debet, ut corpori R æquilibretur: quo magis hic inclinationis angulus A B C, ad angulum rectum M B C accedit, eo gravius esse debet corpus in P suspensum, ut corpori R æqui-

quilibretur. Ergo *planum inclinatum eo majorem partem gravitatis corporis, sibi impositi sustentat, aut elidit, quo minor est angulus inclinationis A B C; & reciproce.*

III. Si corpus suspensum in P æquilibrium efficit cum corpore R agens directione H D plano A B parallela; hoc idem corpus non jam amplius cum R corpore sibi opposito in æquilibrio erit, sed illi cedet, quoties directio H D non sit amplius plano parallela. Ergo *potentia P maxima vi pollet quum directio H D, qua oppositam resistentiam trahit, est plano inclinato parallela.*

IV. Si mobile R in plano inclinato sustinetur a funiculo H D; hoc mobile hac illac sive rotando, sive excurrendo super planum movebitur, donec *radius R E, cui insistet, & radius trahens R H D sint in eodem plano ducto a centro gravitatis ad centrum terræ horizonti perpendiculari.*

Ratio hujus est, quia gravitas in R sita necessario perpetuo nititur ad terræ centrum accedere, ad quod accedere potest donec radii R E, & R H sint in eodem plano horizonti perpendiculari.

458. COROLLARIUM I. *Motus corporis per planum inclinatum descendentis minor est, quam si libere caderet directione horizonti perpendiculari.* Pars enim gravitatis, quæ a plano inclinato sustinetur, aut eliditur, in corpore ad terræ centrum trudendo non impenditur. (*Fig.* 51.).

Ponamus, a plano A B tertiam partem gravitatis corporis R sustentari, aut elidi. Corpus hoc, quod libere cadens directione horizonti perpendiculari primo minuto secundo descensus 15 pedes accederet ad centrum terræ, 10 tantum accederat descendens directione plani inclinati; effectus enim semper est causæ proportionalis; causa vero tertia parte minor supponitur.

459. COROLLARIUM II. *Corpus per planum inclinatum descendens, vi sua gravitatis motum accelerat juxta numeros impares.* Partes enim similes sunt inter se ut ipsum totum; & pars gravitatis, quæ a plano non eliditur, suos impulsus in mobile exercet, & accumulat ea ratione, qua tota gravitas illos in hoc ipsum mobile exerceret, & accumularet.

CANON UNICUS.

460. *Quum potentia agit in corpus plano inclinato impositum, ejus vis relativa est ad absolutam, ut longitudo plani ad altitudinem.* (*Fig.* 51.).

DEMONSTRATIO. Gravitas potentiæ P obsistens sita est, & nisum exercet in R: hypomochlium est in E; vectis potentiæ P est radius R E, qui est perpendicularis ducta ab hypomochlio ad potentiae directionem R D (437) vectis resistentiæ R est linea E F, quæ est perpendicularis ducta ab hypomochlio ad resistentiæ directionem R B. His positis:

Vis potentiae relativa est ad absolutam, ut ejus vectis R E ad resistentiae vectem E F (427). Atqui potentiae vectis R E est ad resistentiae vectem F E, ut plani inclinati longitudo A B ad ejus altitudinem A C. Ostendo. Triangula R E F, A B C sunt similia; ergo sicuti hypothenusa R E primi refert vectem, & vim relativam potentiae P; ita hypothenusa A B alterius refert vectem, & vim relativam ejusdem potentiae. Ostendo antecedens. Triangula R E F, A B C sunt inter se similia, si singula tertio triangulo R B E similia sint; atqui sunt. Ostendo.

Primo triangulum R E F simile est triangulo R B E; utrumque enim habet angulum rectum, & angulum B R E communem (*Math.* 401.).

Dein-

Deinde triangulum A B C & ipſum ſimile eſt triangulo R B E. Utrumque enim habet angulum rectum, & angulus B A C primi æqualis eſt angulo R B E alterius; ſunt enim hi duo anguli alterni interni inter parallelas R B, & A C, quae ſunt duae perpendiculares ductae, altera a centro gravitatis R ad centrum terrae, altera ab extremitate ſuperiore plani ad horizontem. (*Math.* 359.).

Quoniam igitur vis relativa potentiae eſt ad abſolutam, ut R E, quae eſt vectis potentiae, ad E F, quae eſt vectis reſiſtentiae; erit quoque vis relativa potentiae ad abſolutam, ut AB, quae eſt longitudo plani, ad A C, quae eſt ejus altitudo. Quum enim triangula R E F, A B C ſint ſimilia, habetur analogia R E: E F:: A B: A C. (*Math.* 403.). In hac prima ratio exprimit rationem potentiae ad reſiſtentiam, ſeu rationem vis relativae potentiae ad ejus vim abſolutam; ergo altera ratio, quae primae aequalis eſt, eandem quoque rationem exprimit. (*Math.* 168.) Q. E. D.

461. COROLLARIUM. *Quum corpus plano inclinato inſiſtit, ejus gravitas reliqua eſt ad gravitatem totalem, ut altitudo plani ad longitudinem*; ejus enim gravitas, aut pondus relativum neceſſario decreſcit, ut vis relativa potentiae illud ſuſtinentis augetur.

Quare ſi corpus 100 pondo inſiſtat plano inclinato, cujus altitudo ſit = 5, & longitudo = 10; corpus potentiae oppoſitae non reſiſtit niſi perinde ac ſi dimidium tantum ſui ponderis haberet; & corpus 50 pondo in P cum R 100 pondo aequilibrium faciet.

Hic ſupponimus, pondus in P ſitum, quod potentiae munus gerit, agere maxime opportuna directione H D, plano inclinato ſcilicet parallela. Si enim potentia P agit directione plano obliqua, ejus vis minuitur in ratione ſinus anguli a ſua directione effecti (439.).

462. OBJECTIO. Vis potentiae fieri nequit respective major, nisi quatenus majorem, quam resistentia, velocitatem haberet. Atqui in plano inclinato potentia, & resistentia necessario eandem velocitatem habent; quum enim resistentia R ascendendo percurrit lineam R D, potentia aequalem omnino lineam percurrit; ergo vis potentiae a plano inclinato augeri non debet.

RESPONSIO. Quum corpus per planum inclinatum ascendit, aut descendit, motum habet partim horizontalem, partim verticalem. Motus horizontalis potentiae (praeciso affrictu), nihil resistit: solus ergo motus verticalis hic considerandus est respectu potentiae, quae tota in ipsum agit. Itaque si velocitatem verticalem mobilis R velocitati totali potentiae P comparemus: inveniemus, primam esse ad alteram, ut altitudo plani est ad ejus longitudinem. Quum enim mobile R percurrit simul cum potentia spatium B A, non attollitur verticaliter, nisi quantitate C A.

Rota currules.

463. OBSERVATIO. In curribus, rhedis, carris via est hypomochlium gravitatis, sicuti planum inclinatum A B C est hypomochlium globi R. (*fig.* 51.).

Sicuti in globo R gravitas insidet, & agit in centro gravitatis R; ita in curribus, rhedis, carris gravitas in rotarum centro insidet, & agit: radius verticalis totum onus portat quum rotæ plano horizontali insistunt.

In rotis curruum vocatur *axis* lignum, aut ferrum transversum in summitatibus cylindricum per earum centra transiens: *linea tractus* directio, qua agit potentia rotas movens. Patet, axem progredi posse, & progredientem

coa-

coacturum rotam in se ipsam rotari: quisque radius successive onus perferet. (*Fig.* 67.).

Sit rota A B C D plano horizontali M N insistens. Linea R P lineam tractus exprimat. Tota oneris gravitas in R insidet, & per radium R A hypomochlio A insistit. Ponamus in *a* saxum, cui insistat radius R *a*; qua ratione potentia P rotam trahit, saxum hoc *a* fit hypomochlium: R *a* est vectis potentiæ: *a* H vectis resistentiæ. Gravitas R a directione RA ad novam directionem R *a* transire nequit, quin attollatur quantitate A H. Ex hac theoria evidenter sequitur, præcisis affrictibus, *vim relativam potentiæ P esse ad absolutam, ut vectis R a potentiæ est ad vectem a H resistentiæ.*

464. NOTA I. Quum actio potentiæ per unam, aut per plures rotas agentis plures diversas modificationes admittat; harum præcipuas perpendere oportunum erit, ex quibus explicatis ceteræ facile intelligentur.

I. Si rota perfecte circularis esset, si plano horizontali perfecte æquato, & solido insisteret, si nullus axis rotæ inserti affrictus daretur; vis relativa potentiæ veluti in infinitum augeretur hac machina; vectis enim potentiæ esset ad vectem resistentiæ, ut radius R A ad unicum punctum A.

Verum quum rotæ magnis clavis præfixæ non probe rotundæ sint; quum viæ per se inaequales magis etiam currus pondere sese solo inferentis inæquales fiant; quum multo magnus sit axis cum rota affrictus; hoc vis relativæ augmentum in potentia plurimum imminui debet. Exempli causa, quum rota, non jam in unico puncto A solum attingit, sed longitudine pedis unius *n a*, si vectis potentiæ R *a* longus est pedes quatuor, vectis *a* H resistentiæ longus erit pedem dimidium. Vis ergo relativa potentiæ erit tantum octuplo major vi absoluta; ex qua quoque demendum erit quidquid potentia in affrictibus vincendis amittit.

II.

II. Ut potentia maximam vim obtineat, debet, ejus impulsus R P esse radio RA, sive R*a* ad hypomochlium terminato perpendicularis, quod non semper contingit. Si potentia agit directione R*p*, ejus impulsus fit radio, seu vecti R A obliquus; tunc vero ejus vis crescit in ratione sinuum angulorum, quos ipsa efficit cum suo vecte. (459)

Quum potentia agit directione R*p* in vectem seu radium R A; ejus actio in partes duas decomponitur A D, & R*r*, quarum altera R*r* in rota contra viam premenda impenditur, sive in rota verticaliter attollenda. Pars hæc actionis ad rotam in potentiæ directione promovendam nihil confert. Hinc apparet, rotas magis potentiæ faventes illas esse, quarum radius lineæ tractus R P altitudine æqualis est.

Quum ingentia onera trahenda sunt, magnæ rotæ minoribus sunt præferendæ, imo & magnis, quæ simul cum parvis currui adjectæ sint; modo magnarum radius supra lineam tractus non attollatur. Ratio hujus est, primo quia magnæ rotae, proportione habita, minus parvis solo infiguntur, adeoque minorem resistentiæ vectem præbent; deinde quia linea tractus est magnarum rotarum radio perpendicularis; at parvarum radio obliqua est, adeoque directionem obtinet minus faventem. In curribus parvæ rotæ ad evolutiones facilius obeundas sunt necessariæ.

III. Quum rota in solo inclinato movetur, potentiæ ascendenti magis resistit, descendenti minus. Facile est hujus rationem intueri. (*fig.* 51)

Quum rota ascendit directione R D, gravitas in R collecta hypomochlium habet in E: potentiæ vectis est R E; resistentiæ vectis est E F, qui tanto major fit, quanto major est inclinatio.

Quum rota descendit directione R V, potentia V, & resistentia R amplius invicem non opponuntur; ambæ eandem ad partem agunt, alte-

altera per vectem RE, altera per vectem FE. Tunc potentia V non modo rotam non trahit, imo illi resistere debet, quæ sola oneris, quod perfert, gravitate progredi nititur ab E in B. Quum via valde inclinata est, & solida, rotæ sistendæ sunt ne progredi possint nisi supra idem punctum E excurrendo: hinc perpetuus affrictus habetur, quo impeditur, ne onus motu accelerato in equos currum trahentes ruat.

465. NOTA II. Curriculus olitorum vectis est secundi generis, cujus hypomochlium a rota mobile redditur. (*fig.* 67)

Sit onus ferendum in D; vectis potentiæ P erit PR; vectis resistentiæ DR; vis ergo relativa potentiæ erit ad absolutam, ut PR ad DR. Quo magis onus hypomochlio R A propinquum erit, eo magis vis relativa potentiæ augebitur.



§. VI.

THEORIA COCHLEÆ.

466. DESCRIPTIO. Cochlea est cylindrus solidus KH, in quo canaliculus spiralis excavatus est. (*fig.* 52)

Pars saliens *a* vel *d* canaliculi hujus spiris interjecta cochleæ *crista* dicitur; distantia vero *ad* inter cristas duas intercedens dicitur cochleæ *passus*. Hæc eadem crista, & hic canaliculus in cavitate cylindrica excavatur ad interiorem cochleam efformandam; quum vero cochleæ hæ duæ ita inter se coeunt, ut unius crista in alterius canaliculo moveri possit, & reciproce; tunc excavata dicitur cochlea fœmina; pars utraque simul sumpta cochleæ nomine appellatur.

I. Persaepe sola cochlea mas (est hæc cylindrus

drus ipse solidus) in fœmina immobili movetur; hujusmodi sunt fabrorum forcipes, in quibus cochlea mas manubrio conversa, quod potentiæ vectis est, partem alteram forcipis immensa vi ad alteram promovet; hujusmodi sunt cochleæ mares, quibus variæ partes igniarii in fistula bellica junguntur, quæ quoque quadam vectis specie moventur.

II. Sæpius sola cochlea fœmina in marem agitur; hujusmodi passim sunt torcularia ad racemos exprimendos, & typographorum praela.

III. Aliquando ambæ cochleae invicem agunt ope duarum potentiarum, quarum altera marem altera fœminam convertit.

IV. Terebrarum spirae tamquam cochleae censendae sunt, quae gradatim decrescentes eo facilius lignum corrodunt, quo acutiores sunt. Hujus machinae manubrium potentiae vectis est.

CANON UNICUS.

467. *Praciso affrictu, qui in hac machina maximus est, vis potentia relativa est ad absolutam, ut omnium spirarum summa ad cochlea altitudinem.* (*fig.* 52)

DEMONSTRATIO. Sit cochlea HK verticalis, aut horizontalis, aut horizonti obliqua, ad corpus, (quod erit resistentia) elevandum, aut deprimendum, aut premendum applicata. Evidens est, resistentiam R ab H in K ascendere nequire, aut a K in H descendere, nisi potentia in K, aut in R applicata totidem revolutiones faciat, quot inter H, & K sunt cristae, aut canaliculi spirales: habebit ergo potentia velocitatem, quae erit ad resistentiae velocitatem, ut summa omnium revolutionum spiralium cochleae est ad ejus altitudinem KH: Atqui vis potentiae relativa est ad absolutam, ut velocitas potentiae ad velocitatem resistentiae ergo vis potentiae relativa est ad absolutam ut sum-

ſumma omnium ſpirarum cochleae internae, aut externae, quam movet ad ejuſdem cochleae altitudinem. Q. E. D.

468. COROLLARIUM I. Dicere etiam licet, *vim potentiae relativam eſſe ad abſolutam, ut una cochleae ſpira ad unum ejus paſſum*; eſt enim ſpira ad paſſum, ut omnium ſpirarum ſumma ad omnium paſſuum ſummam; (*Math.* 222).

469. COROLLARIUM II. *Quo majores erunt revolutiones ſpirales, & minores paſſus; eo magis vis potentiae relativa augebitur.* Velocitas enim potentiae eo magis augetur, & velocitas reſiſtentiae eo magis minuitur, quo ſpirae longiores ſunt, & harum diſtantiae breviores.

470. COROLLARIUM III. Manubrium K M vectis eſt, qui adhuc vim potentiae relativam auget: quo enim tempore potentia integram revolutionem peragit circa radium K M, reſiſtentia oppoſita aſcendit, aut deſcendit tantum quantitate unius paſſus *a d*. Quare *quum potentia per vectem agit, vis ejus relativa eſt ad abſolutam, ut una peripheria a radio, ſeu vecte K M deſcripta ad unum cochleae paſſum a d.*

471. OBJECTIO. Quum corpus R ab H in K aſcendit; eo ipſo inſtante, quo potentia agere deſinit, gravitate ſua deſcendere deberet; hoc tamen non ſemper evenit.

RESPONSIO. Quum corpus R ab H in K aſcendit, ejus gravitas a totidem planis inclinatis ſuſtinetur, quot cochleæ ſpiras complectitur. Plana hæc inclinata maximam ſuæ gravitatis partem ſuſtinent, aut elidunt (457): reliqua gravitas corpus deorſum pellere nititur; at ſæpius ejus actio ab affrictu eliditur.

COCHLEA INFINITA.

472. DESCRIPTIO. *Cochlea infinita*, ſive perpetua conſtat cylindro ſpirali A B, cujus criſtæ perpetuo inferuntur rotæ dentatæ D, cui ſi lu-

lubet, adiici poteſt exiguus cylindrus ſaliens D, circa quem funis advolvitur, quo pondus R attollitur. (*fig.* 53)

Dum manubrium *m n* revolutionem complet, cochlea A B unicum paſſum efficit, & rota dentata movetur tantum per ſpatium inter duos dentes intercedens: dum rota integram revolutionem complet, funis reſiſtentiam ſuſtinens unicam exiguam revolutionem efficit circa cylindrum ſalientem D. Apparet, machinam hanc maxime utilem eſſe poſſe tum ex commodis, quæ affert, tum ex virium augmento, quibus potentiam donat.

COCHLEA ARCHIMEDIS.

473. DESCRIPTIO. Miro, & fœcundo Archimedis ingenio profecto digna machina erat, in qua gravitas, quæ corpora ad deſcenſum ſollicitat, illa ad aſcenſum juvaret. (*fig.* 54)

Conſtat machina hæc *cylindro* H B ad horizontem inclinato ſupra axes duos, aut hypomochlia duo A E mobili, & *canali*, aut tubo B C D M *r* cylindro in ſpiram circumvoluto.

Ut machinæ hujus theoriam intelligas, animadverte, dum potentia vecti, aut manubrio applicata cylindrum ſupra axes ſuos convertit directione D *n* C, quodvis punctum D canalis modo ſupra eſſe, modo infra, modo ad horizontem reſpectu axis A E cylindri. Hoc poſito

Sit globus canali impoſitus in B C quando hæc canalis extremitas eſt in horizonte axis cylindri: globus gravitate ſua deſcendet infra cylindri axem in B.

Quum cylindrus perpetuo convertatur directione D *n* C, punctum B canalis a ſuperiori parte cylindri ad inferiorem tranſit; & globus non jam cum puncto B ſupra cylindrum fertur, ſed gravitate ſua in partem canalis deſcendit, quæ infra cylindrum eſt. Quum igitur punctum

B in-

B integram revolutionem peregerit circa cylindrum, globus adhuc erit infra cylindri axem in D.

Dum punctum D a cylindri inferioribus ad superiora ascendit, globus sua gravitate sub axem cylindri descendere pergit; & quum punctum D suam revolutionem peregit, globus sub axe cylindri est ad punctum M; atque ita porro usque ad *r*, ubi superior canalis terminus est.

Quum hoc punctum *r* sive orificium canalis spiralis ab inferioribus ad superiora cylindri ascendit, globus non jam secum ascendit, sed infra axem elabitur, ubi non amplius a canali retinetur. Quare globus a puncto B ad punctum R ascendit ex sua gravitate, quae illum infra cylindri axem perpetuo defert.

Facile intelliges, si extremitas BC canalis spiralis rivo, aut puteo immersa sit; aquam sua gravitate, non secus ac globus, infra axem cylindri descensuram in B, in D, in M, in *r*, unde perpetuo effluet toto tempore, quo cylindrus circa axem suum convertetur.



§. VII.

THEORIA CUNEI.

474. DESCRIPTIO. *Cuneus* est corpus durum quinque planis constans, quorum tria parallelogramma sunt, duo triangula. (*fig.* 68)

Duo parallelogramma D*a*, F*a* quum junguntur angulum FAD efficiunt, qui *acies* A*a* cunei dicitur. Planum aciei oppositum, nempe DBFC, dicitur cunei *basis*. Distantia AH ab acie ad basim est cunei *altitudo*, & distantia FD ejus *latitudo*.

Cuneus duris corporibus separandis, aut findendis inservit. In exiguam fissuram corporis divi-

dividendi inseritur, tunc vero gravem ictum in cunei basem potentia imprimit directione axis ipsius cunei, ut illum partibus segregandis altius infigat. *Axis* cunei est linea recta a media acie ad mediam basim ducta.

475. NOTA I. Malleus, seu clava, qua cunei basis percutitur, ceteris paribus, eo majore vi pollet, quo per majorem arcum vibratur. Ratio hujus est, quia potentia illi motum imprimit nisibus successive iteratis, quorum summa eo magis augetur, quo arcus percurrendus diuturnius tempus potentiæ concessit ad suos nisus iterandos. Quare malleus, seu clava actionem suam in cuneum exerit summa motus accelerati, quæ ex omnibus potentiæ agentis nisibus coalescit.

476. NOTA II. Cuneus machina est simplicissima, cujus tamen theoria ceterarum omnium machinarum theoria difficilius percipitur. Ceteræ enim machinæ oculo, & menti certa, & definita hypomochlia exhibent, ad quæ facile definiti potentiæ, & resistentiæ vectes referuntur; at in cuneo negotium non leve est tum hypomochlia in resistentia sepulta discernere, tum potentiæ, & resistentiæ vectes determinare. Ut hæc clara in luce statuantur nonnulla animadvertenda sunt. (*fig.* 66)

I. Resistentia, quam opponit corpus dividendum suarum partium separationi, puta truncus MFN, est ab ipsa partium dividendarum adhæsione. Quæcumque adhæsionis hujus causa, & natura sit, partes adhærentes MF, NF considerari possunt tamquam fasciculum fibrarum longitudinalium natura inter se connexarum ex serie transversali filamentorum *rs*, *tv* sive flexilium sive inflexilium. Si filamenta hæc inflexilia sint extendi nequeunt, quin diffringantur; & quæ vis primum infringit & alterum infringit. Si flexibilia sint, vis in primum agens illi tensionem infert, quæ potentiæ resistit, & quæ resisten-

ſiſtentiam ſuam ſequentium filamentorum reſiſtentiæ jungit. Filamenta hæc, ut & funes omnes, quo magis tenduntur, quin diffringantur, eo magis reſiſtunt. Hoc in cauſa eſt, cur quædam ligna nodoſa tam ægre diffindantur.

II. Quum cuneus trunco MFN inſeritur, cuneus a melleo percuſſus eſt potentia: faſciculus filamentorum tranſverſorum *rs*, *tv* reſiſtentia eſt, aut illam parit; hypomochlium eſt ad fiſſuræ extremitatem B, & reliquorum filamentorum originem. In hac machina reſiſtentia vecte caret; ejus vis eſt vis conſtans, adhæſio nempe major, minorve partium dividendarum. At in hanc conſtantem reſiſtentiam agit potentia eo validius, quo majori altitudine AB donata eſt, & minori latitudine CD. Ut hoc rite percipias

Sectionem quamcumque NF conſidera ut immobilem. Sectio oppoſita MF motum omnem obtinebit a potentia, ſeu cuneo producendum. In hac hypotheſi potentia in reſiſtentiam agit per vectem AB; quum vero cuneus truncum penetrat tota quantitate AB, partes dividendas non ſeparat, niſi quantitate CD; eſt ergo velocitas potentiæ ad reſiſtentiæ velocitatem ut AB ad DC.

III. Quum angulus diſtractionis MFN ultra aciem cunei AB terminatur, vis potentiæ augetur; ejus enim vectis AF præcedente vecte AB longior fit. Hinc orta facilitas, qua quædam corpora finduntur quum fiſſura ſatis longa ultra aciem cunei effecta eſt.

CANON UNICUS.

477. *Quum potentia per cuneum agit, ejus vis relativa eſt ad abſolutam, ut axis, ſive altitudo cunei ad ſuæ baſis latitudinem. (fig. 66)*

DEMONSTRATIO. Vis potentiæ relativa eſt ad abſolutam, ut ſpatium ab ipſa percurſum

ad ſpatium a reſiſtentia percurſum. Atqui quum cuneus, qui potentiae motum refert, tota ſua altitudine A B inſeritur, reſiſtentia diſtrahitur tantum latitudine CD; & quum cuneus inſeritur ſuæ altitudinis parte quavis *a* B, reſiſtentia diſtrahitur parte tantum proportionali *c d* ſuæ latitudinis. Ergo vis relativa potentiæ eſt ad abſolutam, ut altitudo cunei ad latitudinem. Q. E. D.

478. COROLLARIUM. *Quo cuneus acutior eſt, eo major eſt vis potentia relativa*; velocitas enim potentiæ, ſeu cunei eo magis velocitatem partium diſtractarum excedit, quo major eſt cunei altitudo AB, & minor latitudo CD. (*fig.* 66)

479. APPLICATIO. Cuneus non ad ſola ligna findenda; aut lapides diſrumpendos adhibetur. Ligo, cultrum lanii, militis enſis, & machæra, ſcalprum chirurgicum, ſera, terebra, novacula, inſtrumenta, quæ cuique præ manibus ſunt, totidem diverſæ cuneorum ſpecies ſunt, quorum magnitudo, figura, firmitas rebus, in quas agere debent, & motoris actioni eorum niſus dirigenti ſunt proportionatæ.

Inter Inſtrumenta, quæ ad cuneum referuntur, nonnulla ſunt, quæ agunt eorum cuſpidem tantum impellendo, ut acus, enſes, clavi; alia ſunt, quæ in ſe covertuntur, ut terebræ, quæ eodem tempore ut cochleæ, & ut cunei agunt. Alia tandem ſunt, quæ aptius agunt per eorum longitudinem tracta, ut ſeræ, & novaculæ; inſtrumenta duo, quæ non niſi magis, minuſque acuta acie differunt; novaculæ enim acutiſſimæ microſcopio inſpectæ aciem exhibent ad modum ſeræ aſperam, & ſcabram.

§. VIII.

§. VIII.

RESISTENTIA MACHINARUM.

480. OBSERVATIO. Machinae in statu physico non eum omnes effectum parient, quem ipsis metaphysice consideratis tribuimus, qua ratione sumptae nihil habent suae actioni obsistens. Dum machinae potentiam juvant ratione a nobis statuta, machinae ipsae potentiae obstaculum opponunt quod ipsis intrinsecum est, aut inseparabile; *affrictum* nempe *corporum* machinas componentium, & *funium rigiditatem*, quibus corpora movenda alligata sunt. Bina haec obstacula quum potentiae obsistant, suarum virium relativarum a machinis mutuatarum partem necessario elidere debent.

Affrictus corporum.

481. DEFINITIO. *Affrictus* dicitur resistentia exorta a scabritie duorum corporum gravitantium, quorum unum supra alterum moveatur. In machinis omnibus necessario affrictus habetur a corporis movendi resistentia. Trochlea in axe sui fulcri hunc affrictum patitur: axis in peritrochio in hypomochliis, supra quae cylindrus convertitur; planum inclinatum in ea superficiei parte, cui corpus movendum insistit; vectis, uti bilanx, in axe jugi; cochlea, & cuneus in tota longitudine.

Potest corpus supra alterius superficiem duobus modis excurrere; primo *easdem* unius corporis *partes* diversis alterius partibus successive applicando; sicuti quum liber supra abacum excurrit; deinde *diversas* unius superficiei *partes* diversis alterius partibus admovendo; uti quum

pila eburnea supra abacum rotatur. In prima hypothesi duarum superficierum asperitates mutuo inseruntur, & saepius non nisi fractione separantur; ut animadverti potest ex pulvere, qui relictus invenitur. In altera hypothesi hæ eædem partes inæquales duarum superficierum invicem insertae separantur eo ferme pacto, quo rotarum dentes ab insertis aliarum rotarum dentibus rotando separantur.

Primus affrictus in machinis omnibus occurrit; alter multo minus noxius in funibus agit, qui supra trabes, aut cylindros advolvuntur. Primus affrictus, quem solum probe noscere interest, & de quo tantum hic agemus, certis legibus subest, quae experientia definiuntur.

482. CANON I. *Resistentia ab affrictu est corporis prementis non superficiei, sed ponderi proportionalis.* (*fig.* 47)

DEMONSTRATIO. Pluribus experimentis constat accuratissime a Desagullerio peractis, si plano horizonti parallelo, aut obliquo imponatur idem corpus R superficiebus inaequalibus terminatum, ipsum in plani directione tractum iri ab eadem ipsa potentia, pondere nempe ipso P; sive majori sua superficie *m* supra planum excurrat; sive minori *n*: at potentiam P eo majorem esse debere, quo corpus R gravius erit. Ergo resistentia ab affrictu hujus corporis non superficiei, sed ponderis rationem sequitur.

Ratio hujus est, quia quo corpus gravius est, eo magis ejus inæqualitates corporis sustinentis inæqualitatibus inseruntur; & ut ab hisce exiguis insertionibus eruatur eo major vis requiritur, quo ipsum gravius est, seu vis ponderi vincendo proportionalis. Q. E. D.

483. CANON II. *Resistentia ab affrictu tertiam ferme valet partem ponderis corporis affrictum efficientis.* (*fig.* 87)

DEMONSTRATIO I. Constat experientia, si plano horizontali lævigatissimo AC imponatur

tur cubus, seu parallelepipedum 30 pondo, requiri ferme corpus P 10 pondo ad illud trahendum directione R C plani horizontalis.

I. Corpus hoc R motui suo R C gravitate sua non resistit; hæc enim gravitas a subjecto plano perfertur, & eliditur; illique id ipsum est sive puncto A, aut puncto R, aut puncto C plani ubique a terræ centro æque distantis insistat.

II. Corpus R motui suo R C sola sua vi inertiæ non resistit; si enim corpus hoc esset globus 30 pondo multo minor potentia, quam 10 pondo requireretur ad illum movendum directione R C supra peripheriam suam rotando.

III. Corpus R 30 pondo ab R in C trahi nequit nisi vi 10 pondo; resistentia vero ab hoc corpore R motui suo horizontali opposita R C non nisi affrictui suo tribui potest; ergo resistentia ab affrictu corporis tertiam sui ponderis partem æquat; sive est ad hoc corpus, ut 1 ad 3.

DEMONSTRATIO II. Constat adhuc experientia, si paulatim inclinetur planum horizontale, cui insistit cubus, seu parallelepipedum M; corpus hoc non excursurum ex M in N donec angulus inclinationis B A C minor erit gradibus 19, & minutis 18: quum hic angulus erit graduum 19, 18', corpus proximum omnino esse lapsui suo ex M in N; adeo ut angulus hic augeri non poterit, quin cubus M sua gravitate descendat; ex quo sic procedo.

Affrictus, a quo tantum prohibetur cubus, aut corpus M ne descendat, æquivalet potentiæ, quae cum hoc cubo aequilibrium faceret in plano inclinato, in quo nullus omnino affrictus esset; atqui potentia, quae cum tali corpore aequilibratur in plano inclinato, puta cum globo, qui libere circa peripheriam suam rotari potest, est ad hoc corpus ut altitudo B C plani ad ejus longitudinem B A. (461.).

Qua in re adnotandum est, plani altitudinem BC esse sinum anguli inclinationis BAC; & plani longitudinem BA esse aequalem SA, qui est sinus anguli recti SAC, seu sinus totus; ergo resistentia ab affrictu est ad corpus affrictum pariens, ut sinus anguli inclinationis ad sinum totum. At sinus anguli graduum 19, 18', est ad sinum totum ferme ut 1 ad 3, ut ex tabulis sinuum constat; ergo resistentia ab affrictu est quoque ad corpus affrictum pariens ferme ut 1 ad 3. Q. E. D.

484. COROLLARIUM. Facile ex his principiis quantitas virium aestimabitur, quibus potentia pollere debet, ut & ponderis, & affrictus resistentiam vincat.

IV. *Si sola resistentia affrictum patitur, vis potentia resistentia pondus tertia parte excedere debet.* Exempli causa; si resistentia sit $= 9$, debet esse potentia $= 9 + 3$. Equi duo currum trahentes vincere debent praeter currus & onerum pondus resistentiam aequalem tertiae parti ponderis supra axes gravitantis. Quare si axes pondus perferunt librarum 1500, censeri debent gravati libris 2000 sine affrictu; axes enim affrictum patiuntur libris 500 æqualem.

II. *Si resistentia simul, & potentia affrictum pariunt, vis potentia ponderis resistentia dupla esse debet.* Exempli causa, si potentiae pondus est $= 9$, & resistentiae pondus $= 9$, ambo pondera affrictum pariunt $= 6$; quare quantitas potentiae addenda esset $= 6$; erit ergo potentia jam $9 + 6 = 15$.

Ast addito potentiae pondere $= 6$ novus affrictus additur $= 2$; quare 2 praeterea potentiae addenda erunt, $9 + 6 + 2 = 17$.

Ast additis 2 potentiae novus adhuc affrictus paritur valens tertiam hujus ponderis partem; adhuc igitur potentiae addenda est tertia pars quantitatis praecedentis, donec ad satis exiguum pondus deveniatur, quod nullo erroris periculo

ne-

negligi possit. Quare in praesenti hypothesi, $6 + 2 + \frac{2}{6} + \frac{6}{18} + \frac{18}{54}$ quantitas est addenda potentiae 9, ut & ponderis oppositi resistentiam, & a'duplici affrictus causa partam vincere possit.

485. APPLICATIO. Ut haec affrictus theoria aptius percipiatur, oportunum erit eam nonnullis notis exemplis illustrare. (*Fig.* 61.).

I. Ponamus pondus R pendere libras 300; affrictum pariet resistentem quantum si libras 100 adderes. Potentia itaque agens per vectes *a b* vincere aequivalenter deberet resistentiam R librarum 400.

II. Ponamus cylindrum M N pendere libras 150. Etsi potentia pondus hoc hypomochlio M N insistens perferre non debeat, affrictum ejus tamen patietur quum machinam movebit. Hic itaque cylindri affrictus adhuc aequivalet libris 50 a potentia vincendis, quae propterea agere debebit in resistentiam libris 450 aequalem.

III. Ponamus, machinam hanc ab homine movendam esse apto nisum constantem exerere 60 libris aequalem. Si radii producti *a b* sunt tantum sextuplo longiores radio cylindri, vis hujus hominis relativa jam sextuplo major sua vi absoluta erit tantum ut 360; non ergo sufficiet contra resistentiam vincendam, quae est 450. Adhuc ergo vis hujus hominis augenda est. Quare fiant vectes *a b* octuplo longiores radio cylindri. Vis hujus hominis ex vecte suo octuplo longiore vecte resistentiae fiet octupla suae vis absolutae: erit ergo $60 \times 8 = 480$, adeoque major resistentia, quae est tantum 450. Poterit ergo hic homo suis viribus & ponderis, & affrictus resistentiam superare.

IV. Ponamus, hominem hunc non brachiorum nisu, sed sui corporis pondere in tympano ambulantem machinam movere debere, ipsumque pendere libras 150. Novum ipse affrictum pariet, qui erit tertia suae pressionis pars, seu

librarum 50. Vectis ergo illi necessarii sunt, quibus pondere suo librarum 150 vincere possit pondus R = 300 libris, affrictum ponderis hujus = 100 libris, cylindri, & tympani affrictum = 50 libris, affrictum a proprio pondere additum = 50 libris.

486. NOTA. I. Canon generalis a nobis de affrictu statutus necessario varietatibus obnoxius esse debet pro corporum solidorum diversitate, quae adhaesione, rigiditate, comprimibilitate, elasticitate infinite varia sunt. Quare lex ista in physico rerum statu tantum proxime valet; quod tamen in praxi, in qua mathematica praecisio non requiritur, satis est.

II. Monendum quoque, in Muschembroekii, & Nolleti experimentis corpus superficiebus inaequalibus aliquando majorem affrictum pati in majori superficie, quam in minori; quod Desagullerii experimentis a nobis admissis non consentit. At vero fatentur auctores hi affrictum ad superficies spectantem affrictui ad massas spectanti ne esse quidem comparandum; quare minimum hoc affrictus augmentum a superficiebus partum negligi potest; tunc quoque, quum hoc augmentum ab aliis experimentis oppugnatum re ipsa habeatur.

Funium pondus, & rigiditas.

487. OBSERVATIO. Funes, quibus corpora sustinentur, & attolluntur, potentiae oppositae resistunt & proprio pondere, & rigiditate. Eorum *pondus* censeri debet pars aut potentiae, aut resistentiae, ut alterutri favet. *Rigiditas* est resistentia, quam suae inflexioni opponunt; eaque tanto major est, quanto funis crassior est, & magis inflectitur.

488. CANON I. *Funium pondera materia, & longitudine aequalium sunt inter se ut quadrata suarum diametrorum.*

DE-

DEMONSTRATIO. Quum funes ſint cylindrorum ſpecies, duo funes longitudine æquales ſunt inter ſe ut duo cylindri altitudine aequales: hi ſunt inter ſe ut eorum baſes, quæ ſunt duo circuli (*Math.* 619.): circuli inter ſe ſunt ut quadrata ſuarum diametrorum (*Math.* 500.). Ergo duo funes longitudine æquales ſunt inter ſe ut quadrata ſuarum diametrorum. Q. E. D.

489. CANON II. Quum funes pondera attollentes curvantur in lineas circulares, aut ſpirales ſupra cylindros, experimentis Amontonſii conſtat, *eorum reſiſtentiam a curvatura ortam eſſe*,

I. *In directa ponderum illos tendentium ratione*: ita ut ſi duo funes æque craſſi tenduntur alter pondere librarum 30, alter pondere librarum 10; primi reſiſtentia curvaturæ tripla erit reſiſtentia alterius.

II. *In directa ratione diametrorum*; ita ut ſi funes duo æquali pondere tenſi ſupra eundem cylindrum curventur; & diameter primi quadrupla ſit diametri alterius; primi reſiſtentia curvaturæ quadrupla erit reſiſtentia alterius.

III. *In inverſa ratione diametrorum cylindrorum, quibus advolvuntur*; ita, ut ſi duo funes æquales æqualibus ponderibus tenſi circa cylindros duos curventur, quorum primi diameter ſit dupla diametri alterius, funis primo cylindro advolutus reſiſtet ut 1; funis alteri cylindro advolutus reſiſtet ut 2.

490. NOTA. I. Amontonſius methodum œcumenicam tradit ad reſiſtentiam ex funium rigiditate ortam æſtimandam.

Poſtquam obſervaverit, funem diametro lineæ unius tenſum pondere unius libræ circa cylindrum diametro unius pollicis inflexum ex rigiditate reſiſtentiam facere ſemunciæ æqualem, quæ eſt triceſima ſecunda unius libræ pars; hanc rationem œcumenicam efficit, ut in omnibus

 cylin-

cylindris, & funibus, & hypothesibus usurpari possit hac analogia. *Cylindri diameter*, seu pollicum numerus, quos continet, *est ad funis diametrum*, seu ad linearum numerum, quas continet; *ut pondus funi appensum*, seu librarum numerus, quas pendit, per 32 divisarum, *est ad quartum terminum*, qui pondus exprimet, quod æquilibrium faciet rigiditati a fune oppositæ.

Exempli causa, sit diameter cylindri, circa quem funis flectitur = 12 pollicibus; funis diameter = 3 lineis; pondus funem tendens = 128 libris: habebimus, $12 : 3 :: \frac{128}{32} = 4 : x$. Si termini medii invicem ducantur, habebitur productum 12, quod divisum per primum terminum 12 dabit quotum 1. Quare 1 exprimit libram, quæ æquivalet resistentiæ a fune inflectendo ortæ, adeoque quantitatem determinat potentiæ addendam, ut hoc obstaculum vincere possit.

II. Nemo ignorat, funes non metallicos humiditate contrahi, siccatos produci. Quum humectantur, liquidum interjectum filamenta separat, quæ diametrum amplificant longitudinem minuendo. Quum exsiccantur liquidi evaporatio filamenta ad pristinum statum restituit; longitudo augetur imminuta diametro.

III. Reaumurii experimentis constat, fila decem, exempli gratia, quæ singula pondus unius libræ exacte perferre possunt, intorta in funiculum non valere libras decem sustinere. Ergo funes intorti fila habent solutis debiliora.

CON-

CONCLUSIO.

Materia, & *motus* duo principia sunt, & constitutiva, a quibus unicis tota exurgit rerum sensibilium, & inanimatarum universitas. Postquam fœcunda hæc duo principia omni sua amplitudine jam expenderimus, reliquum est, ut ea singillatim perpendamus, & in variis naturæ partibus, nempe in terræ, aquæ, aeris, lucis, & ignis elementis, tum in cælestibus orbibus, ac spatiis illa persequamur.

Orbis terrestris, quem incolimus, in rerum universitate puncti instar est. At punctum hoc primo, & accurate a nobis considerari meretur, quum innumera consideratione dignissima nobis exhibeat; res enim non ex earum magnitudine, sed ex earum proximitate, utilitate, ratione, quam ad nos habent, magni a nobis fieri debent.

Finis Tomi Primi.

INDEX
RERUM ALPHABETICUS
cujus ope Univerſum hoc opus Lexici Phyſici vices gerit.

Signum ═ *ſignificat*, uſque ad: *exempli gratia* 1240═1253 *ſignificat rem indicatam pertractari a numero* 1240 *ad numerum* 1253.
Secundi Voluminis numerus primus eſt 491: *tertii* 784: *quarti* 1108.

A

Æther

æſtus

B

Baro-

Cau-

Con-

E

Er-

F

H

I

K

L

Ma-

M

N

OB-

O

P

Qua-

Q

R

T

V

Velo-

Finis Indicis.

NOI RIFORMATORI

Dello Studio di Padova.

AVendo veduto per la Fede di Revisione, ed Approvazione del *P. Fr. Gio: Tommaso Mascheroni* Inquisitor General del Santo Offizio di *Venezia* nel Libro intitolato *Theoria Entium Sensibilium, sive Physica Universa &c. Auct. Ab. Parà du Phanias &c. Tomi quattro MS.* non vi esser cosa alcuna contro la Santa Fede Cattolica, e parimente per attestato del Segretario Nostro, niente contro Principi, e buoni Costumi, concediamo Licenza a *Lorenzo Baseggio Stampator di Venezia* che possi essere stampato, osservando gli ordini in materia di Stampe, e presentando le solite Copie alle Pubbliche Librerie di Venezia, e di Padova.

Dat. li 18. Maggio 1782.

(*Andrea Querini Rif.*

(*Niccolò Barbarigo Rif.*

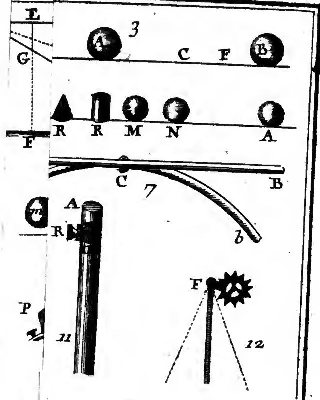
(*Girolamo Ascanio Giustinian K. Rif.*

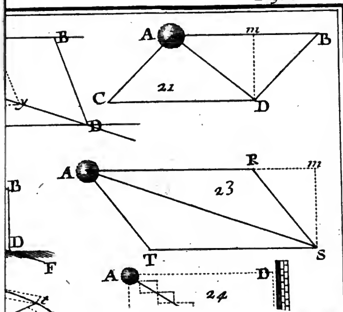
Registrato in Libro a Carte 46 al N.430.

Daviade Marchesini Segr.

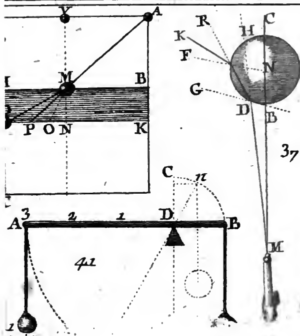
25. Maggio 1782. Reg. a C. 106. nel Libro esistente nel Mag. Eccell. contro la Bestemmia.

Giannantonio Maria Cossali Nodaro.


E
G
3
A
C
F
B
R
R
M
N
A
F
C
7
B
A
R
b
F
P
11
12



B
D
A
m
B
C
21
D
A
R
m
23
B
D
F
T
S
A
D
24



V
A
M
B
I
P
O
N
K
R
H
C
K
F
N
G
D
B
37
C
n
A
3
2
1
D
B
41
M
1

